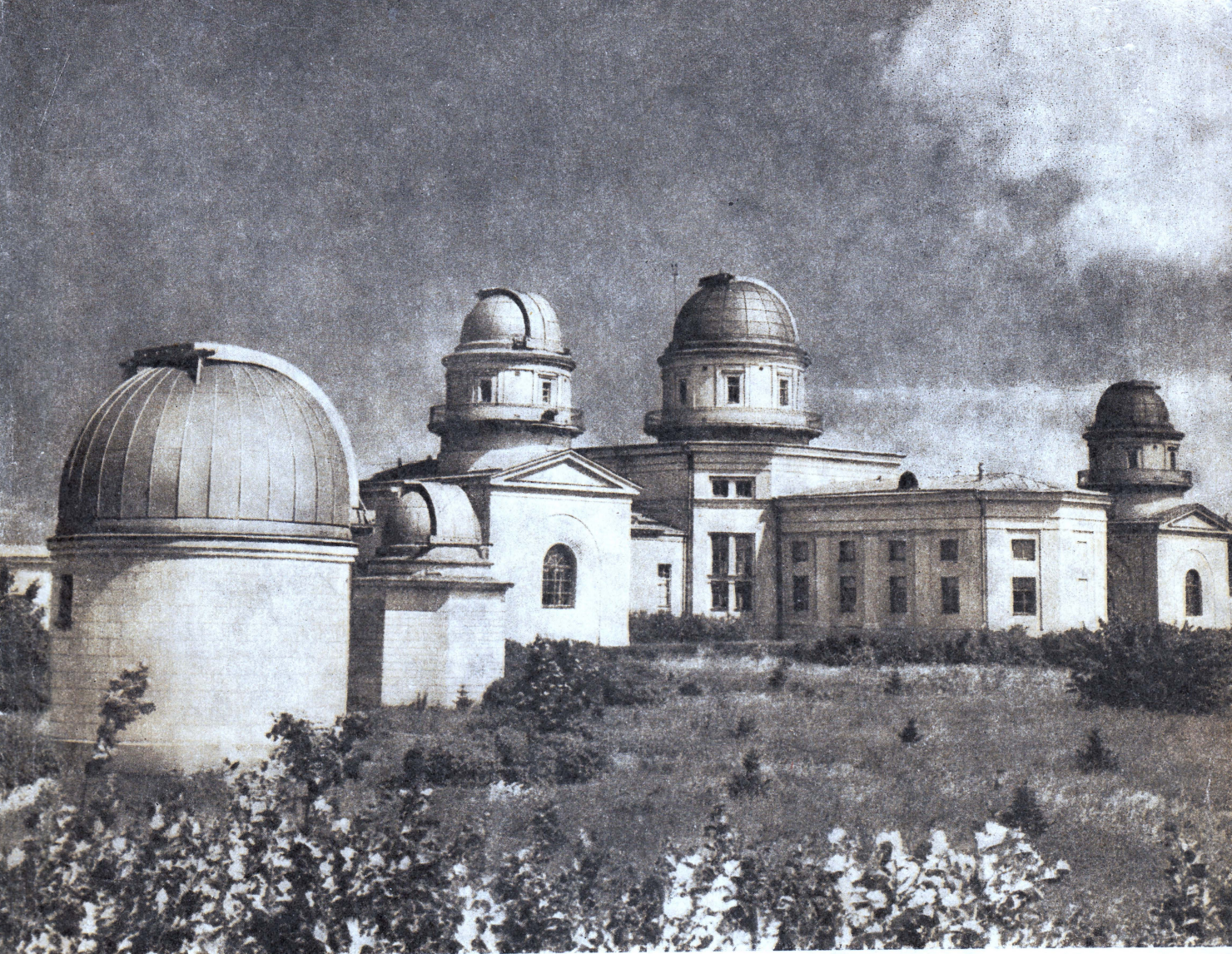




ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

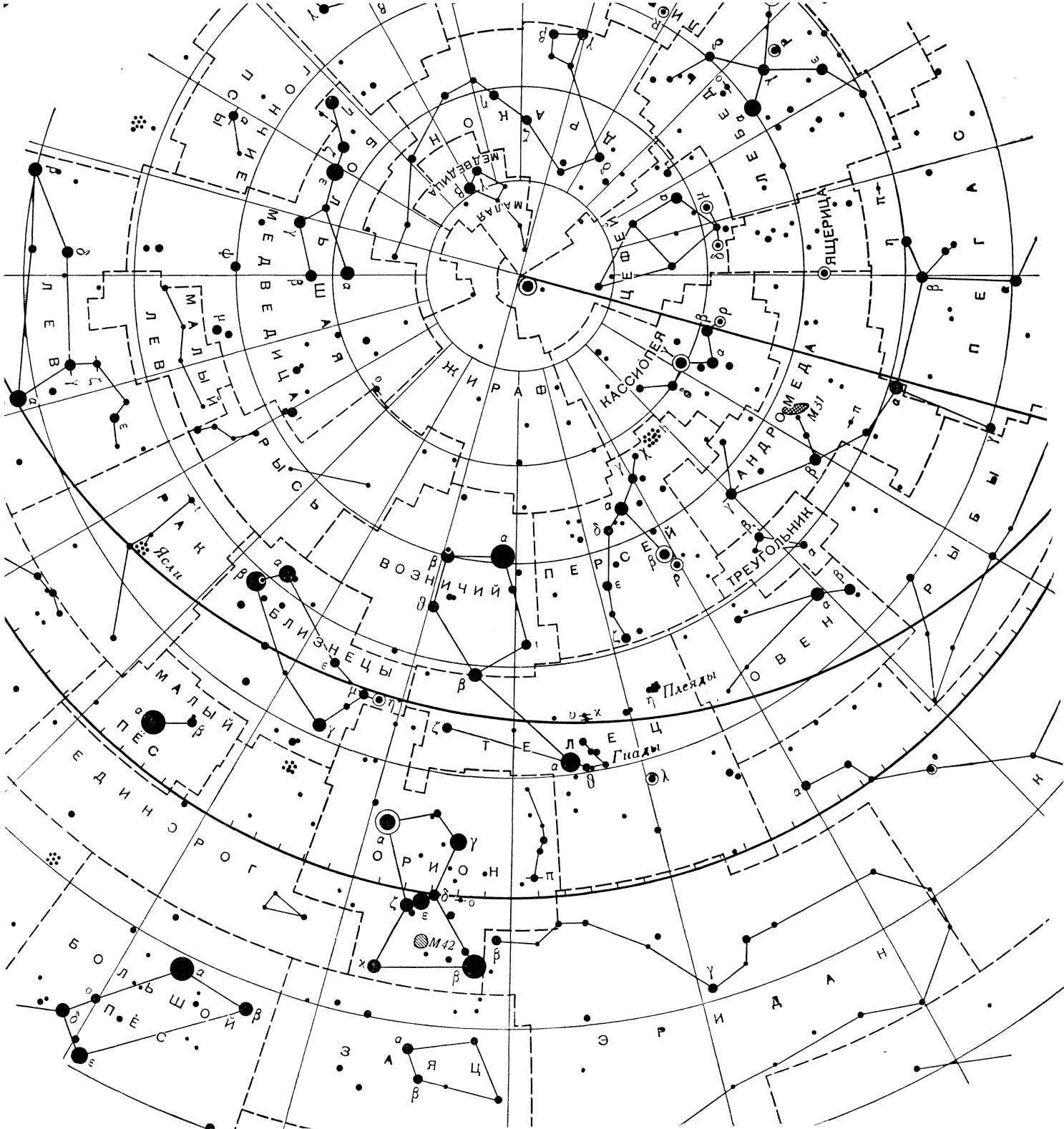
1

АСТРОНОМИЯ

ГЕОФИЗИКА

ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

1965



ЯНВАРЬ 1965 г.

Видимость планет

Венера — доступна наблюдению утром в созвездии Скорпиона.
 Марс — восходит вечером и виден до утра в созвездии Девы.
 Юпитер — хорошо виден вечером в созвездии Овна.
 Сатурн — можно наблюдать рано утром в созвездии Водолея.
 Уран — доступен наблюдению в бинокль и телескоп всю ночь в созвездии Льва.

ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

Научно-популярный журнал
Академии наук СССР



1

ЯНВАРЬ — ФЕВРАЛЬ

1965

ГОД ИЗДАНИЯ ПЕРВЫЙ

В НОМЕРЕ

Первая космическая экспедиция	9
А. Г. Масевич — Искусственные спутники — о нашей планете	11
Л. М. Гиндилис — О возможности связи с внеземными цивилизациями	18
В. И. Левантовский — Трассы лунных кораблей	29
Н. В. Шебалин — Человек и Земля	33
Е. Л. Кринов — Новые метеориты нашей страны	39
Р. В. Куницкий — Астрономия в атеистической пропаганде	43

ЛЮДИ НАУКИ

О. А. Мельников — Галилео Галилей	48
---	----

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

Д. Я. Мартынов — XII съезд Международного астрономического союза	56
А. В. Горячев — Форум советских вулканологов	62

ПО ОБСЕРВАТОРИЯМ И ИНСТИТУТАМ

Г. Н. Салуквадзе — Обсерватория на горе Канобили	65
--	----

ЭКСПЕДИЦИИ

М. С. Зверев — Пулковские астрометристы в Чили	71
--	----

МЫСЛИ ОБ АСТРОНОМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Е. П. Левитан — Какой должна быть школьная астрономия?	78
--	----

ДИСКУССИИ, ГИПОТЕЗЫ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

К. П. Станюкович, В. Н. Комаров — Новый взгляд на Вселенную	82
---	----

ЛЮБИТЕЛЯМ АСТРОНОМИИ

В. А. Бронштэн — Любительская астрономия в СССР	84
М. М. Шемякин — Телескоп можно построить дома	89

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

Б. А. Воронцов-Вельяминов — Понятно о трудном	93
Книги 1965 года	94

УДИВИТЕЛЬНОЕ РЯДОМ

Л. М. Озерный — «Разгадка» сил всемирного тяготения	95
---	----

На обложке: 1-я стр. — Главная астрономическая обсерватория Академии наук СССР в Пулкове.
4-я стр. — Извержение вулкана Карымского (Камчатка) 2 декабря 1961 г. Фото Н. В. Огородова.

Нынешнему поколению людей выпало счастье открыть новую эру в истории человечества — космическую эру. Запуск первого в мире советского искусственного спутника Земли и последующее успешное освоение космического пространства пробудили небывалый интерес к астрономии и наукам о Земле и показали, что эти области знания имеют большое значение для решения множества практических задач.

Чтобы помочь пополнить свои знания всем, кто интересуется астрономией, геофизикой, геодезией и исследованиями космического пространства, Академия наук СССР начинает выпускать новый научно-популярный журнал «Земля и Вселенная».

Задачи журнала:

- пропагандировать важнейшие научные достижения, показывая мировоззренческое значение наук о Земле и Космосе, а также их тесную связь с другими областями знания;

- вскрывать антинаучную сущность всякого рода сенсационных «гипотез» и «теорий» в области астрономии и геофизики, распространение которых дискредитирует советскую науку;

- оказывать помощь преподавателям и лекторам;

- содействовать широкому участию любителей в массовых наблюдениях и исследованиях, важных для астрономии, геофизики и геодезии;

- способствовать широкому развитию любительского телескопостроения.

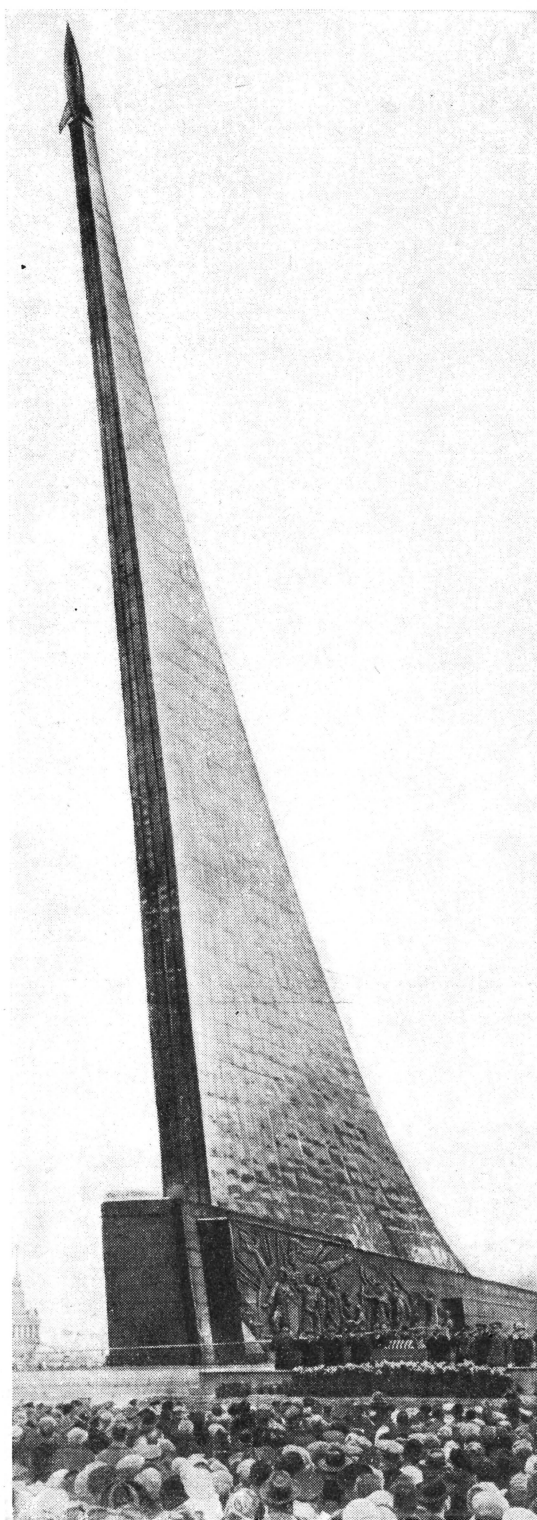
Для решения этих задач журнал предполагает публиковать статьи советских и зарубежных ученых по актуальным проблемам астрономии, геофизики и геодезии, уделяя особое внимание достижениям и экспериментам в освоении космического пространства. Наряду с крупными статьями, журнал будет публиковать краткие сообщения о новостях науки, популярное изложение статей, появившихся в научных журналах; рассказывать о научных совещаниях, происходящих в нашей стране и за рубежом, астрономических и геофизических экспедициях, работе обсерваторий, научно-исследовательских институтов, жизни и деятельности выдающихся ученых; освещать дискуссии, публиковать и обсуждать гипотезы и предложения, выдвигаемые астрономами и геофизиками.

Учитывая исключительно важное идеологическое значение наук о Земле и небе, журнал будет уделять особое внимание философским проблемам и вопросам научного атеизма, вооружая пропагандистов, лекторов и учителей сведениями, необходимыми для формирования диалектико-материалистического мировоззрения. Журнал предполагает обсуждать принципиальные вопросы астрономического образования, содействуя его совершенствованию и расширению. В настоящее время астрономии отдают свой досуг люди разных возрастов и профессий. Поэтому специальный раздел журнала предназначается для многочисленных любителей астрономии, которые найдут в нем советы о том, что и как можно и нужно наблюдать на небе, как построить телескоп и другие приборы, как правильно использовать инструменты. В журнале иногда будут публиковаться научно-художественные и научно-фантастические произведения.

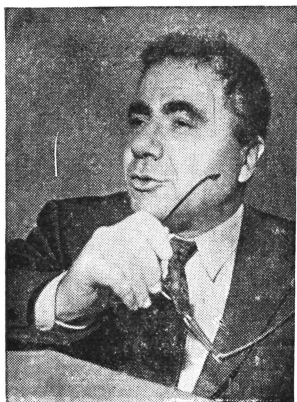
Журнал познакомит читателей с деятельностью Всесоюзного астрономо-геодезического общества и его Центрального совета. В каждом выпуске будут помещаться рецензии на новые книги, заметки филателистов, справочные данные, занимательные задачи и вопросы.

Круг читателей журнала велик, и едва ли возможно сделать все публикуемые материалы одинаково доступными и интересными для всех. Однако редакционная коллегия надеется, что каждый читатель в каждом выпуске найдет для себя нечто интересное и важное.

Редакционная коллегия с благодарностью примет критические замечания и предложения, направленные на улучшение работы журнала.



В честь покорителей Космоса
Фото А. Макледова, В. Акимова и Л. Поликашина
(АИИ)



В наш космический век, когда разум человека достигает расстояний, равных миллиардам световых лет, такие журналы, как «Земля и Вселенная», призваны широко и последовательно распространять знания о Вселенной, о новой роли человека — хозяина Земли, который теперь становится хозяином всей солнечной системы.

Советские астрономы сыграли решающую роль в революционном преобразовании астрономии и астрофизики, которое произошло за последние 20 лет. Астрономия из статической науки, о Вселенной, казавшейся некогда нам более или менее неизменной, превратилась в нассквозь эволюционную науку, изучающую происходящие в Космосе бурные динамические процессы.

Очевидны, бесспорны и всем хорошо известны и заслуги советских ученых в непосредственном изучении околоземного пространства с помощью ракет и спутников. Я надеюсь, что доживу до того времени, когда будет сооружена научная лаборатория на Луне и буду иметь возможность послать туда одного из моих учеников.

Хочется пожелать, чтобы «чувство космоса» все шире распространялось среди наших современников, среди советского народа, который совершил Великую Октябрьскую революцию, первым вывел на орбиту искусственные небесные тела, первым отправил человека в неизведанные пространства космоса.

Прививать людям космический образ мышления — почетная задача журнала.

Академик В. А. АМБАРЦУМЯН



Радостно узнать, что появился новый журнал, страницы которого будут рассказывать любознательным советским людям о далеких и захватывающих тайнах Вселенной и о значительно более близких, но не менее волнующих тайнах земного шара. В масштабах мироздания Земля ничтожна. Но для нас она огромна чашами своих океанов, глыбами своих материков, щетиной своих горных хребтов, роко-чушинами, содрогающимися и пылающими своими недрами. Она огромна величием многовековой культуры человека, начавшего с Земли научное и техническое проникновение во Вселенную. Я позволю себе высказать пожелание, чтобы эти два масштаба — космический и земной — дружно жили на страницах нового журнала.

**Председатель Междуведомственного геофизического комитета
член-корреспондент АН СССР
В. В. БЕЛОУСОВ**



Издание журнала «Земля и Вселенная» отвечает, наконец, давно назревшей потребности. Это нужно всячески приветствовать. Задачи подобного журнала весьма разнообразны. Прежде всего, это представление в общедоступном изложении содержания отдельных специальных исследований, имеющих принципиальное значение; помещение обзоров последних достижений в разных областях астрономии; обсуждение очередных задач, выдвигающихся в ближайшее время в связи с началом освоения Космоса и возможными посещениями других космических тел, а также в связи с развитием новых отраслей астрономии, как, например, гамма-астрономия, нейтринная астрономия и многое другое.

Современная астрономия не может развиваться без тесного взаимодействия с другими науками, а эти науки, особенно в наш век освоения космоса, получают все более обильные данные от астрономов, касающиеся Вселенной вплоть до самых отдаленных галактик и, прежде всего, Солнца и соседних с ним планет. Каждому ясно, что правильное представление о физической природе тел нашей солнечной системы невозможно получить без помощи таких наук, как геология, геохимия, не говоря уже о физике.

«Земля и Вселенная» может также проводить очень полезную дискуссию по ряду принципиально важных вопросов.

Академик В. Г. ФЕСЕНКОВ



С моей стороны не будет смелостью, если я позволю себе приветствовать выход в свет нового журнала «Земля и Вселенная» от лица большой армии советских астрономов, педагогов и любителей науки о Космосе, о Вселенной.

Уже много лет с нетерпением ожидается всеми нами периодическое издание, где бы систематически освещались успехи бурно развивающейся науки о Вселенной. В эпоху начавшегося завоевания человеком Космоса интерес к нему резко возрос. Мы ждем, что новый журнал вооружит лекторов и учителей ценным научным и методическим материалом для воспитания советских людей в духе диалектико-материалистического мировоззрения, что и специалистам журнал поможет следить за развитием смежных областей знания, что советские любители получают от него всестороннюю помощь для самостоятельности.

Появление журнала, посвященного Земле и Вселенной,— большой праздник для всех, изучающих природу или интересующихся ею.

Член-корреспондент Академии педагогических наук РСФСР,
профессор Б. А. ВОРОНЦОВ-ВЕЛЬЯМИНОВ

Сердечно приветствуем рождение нового научно-популярного журнала.

Мы надеемся, что «Земля и Вселенная», пропагандируя знания в области астрономии и геофизики, печатая материалы о Космосе, еще более привлечет внимание широких кругов читателей к космонавтике. Мы уверены, что страницы журнала послужат воспитанию будущих капитанов и штурманов межпланетных и межзвездных кораблей, смелых исследователей Вселенной.

От души желаем больших успехов новому журналу. Мы будем первыми читателями и активными сотрудниками его.

Летчики-космонавты СССР:

**Ю. А. ГАГАРИН, Г. С. ТИТОВ, А. Г. НИКОЛАЕВ, П. Р. ПОПОВИЧ,
В. Ф. БЫКОВСКИЙ, В. В. НИКОЛАЕВА-ТЕРЕШКОВА, В. М. КОМАРОВ,
К. П. ФЕОКТИСТОВ, Б. Б. ЕГОРОВ**

Горячо приветствуем рождение журнала «Земля и Вселенная» и желаем редакции смело и активно пропагандировать новые научные идеи в области освоения Космоса.

Беззаветная борьба основоположника теории межпланетных сообщений К. Э. Циолковского была поддержана и развита передовыми учеными нашей Родины — Ф. А. Цандером, Ю. В. Кондратюком, В. П. Ветчинкиным, Б. Н. Юрьевым, Б. С. Стечкиным, Н. А. Рыниным, Г. Э. Лангемаком, М. К. Тихонравовым и многими другими. Могучая база социалистической индустрии и возросшая активность широких народных масс в ходе выполнения первой легендарной пятилетки создали условия для возникновения в начале 30-х годов во многих городах Советского Союза групп изучения реактивного движения — ГИРДов во главе с Центральным ГИРДом и его первым в мире научно-исследовательским центром ракетостроения в Москве при Центральном совете Осоавиахима.

В ЦГИРДе были созданы первые советские жидкостные ракеты, предвестники величественных побед в освоении Космоса, и воспитаны многие деятели советского ракетостроения.

Твердо верим, что все прогрессивное в этом новом творчестве человека будет находить освещение и жизненную поддержку на страницах вашего журнала.

**Группа гирдовцев: Ю. А. ПОБЕДОНОСЦЕВ, Л. С. ДУШКИН,
В. С. ЗУЕВ, Е. С. ЩЕТИНОВ, Л. К. КОРНЕЕВ, А. И. ПОЛЯРНЫЙ,
Э. П. ШЕПТИЦКИЙ, Е. К. МОШКИН, И. А. МЕРКУЛОВ,
О. К. ПАРОВИНА, Я. А. ГОЛЫШЕВ, А. Ф. НИСТРАТОВ,
М. Г. ВОРОБЬЕВ, Б. В. ФЛОРОВ, Л. А. ИКОННИКОВ, К. К. ФЕДОРОВ,
З. И. КРУГЛОВА, Н. Н. КРАСНУХИН, В. П. АВДОНИН**

Редакция журнала «Земля и Вселенная» и Агентство печати «Новости» (АПН) обратились к ряду зарубежных астрономов с просьбой ответить на вопросы в связи с выходом в СССР нового научно-популярного журнала.

Профессор НИКОЛА БОНЕВ
(Народная Республика Болгария)
член Комиссии по исследованию Луны
при Международном астрономическом
союзе и член Международной академии
по астронавтике

Вопрос. Что бы Вы хотели пожелать новому журналу «Земля и Вселенная»?

Ответ. Я желаю ему много читателей. Но и без моего пожелания их наверняка будет много. Уверен, что читатели журнала будут не только в Советском Союзе. Сегодняшняя «астронавтическая» эпоха повернула взгляд обыкновенного человека к небу. Когда мы уезжаем в чужую страну, то стараемся узнать заранее больше подробностей о ней. Человек готовится проникнуть глубже в Космос, но он должен заранее знать много вещей о нем. Эти предварительные знания даст ему астрономия — «лучший памятник человеческого духа» (Лаплас). Так как нужно пожелать что-то новому журналу, отвечаю: желаю ему полного процветания.

Вопрос. В чем, по Вашему мнению, состоит наиболее ценный вклад советских ученых в изучение Вселенной за последние годы?

Ответ. Фотографирование обратной стороны Луны. Это открытие можно сравнить с открытием Америки. «Таинственная», бледная Луна, которая веками проглядывает через легкие облака и которая вызывает восторг в душе каждого человека, потеряла, правда, в глазах поэтов кое-что из своего очарования. Она не является уже недоступной, но сколько новых, радостных волнений готовит людям это эпохальное открытие!

Вопрос. Каковы, по Вашему мнению, главные проблемы, которые стоят перед наукой?

Ответ. Это фундаментальные проблемы — происхождение Земли и Луны в связи с происхождением солнечной системы; происхождение звезд; новое подтверждение теории относительности.

Вопрос. Что Вы можете сказать о создании научной обсерватории на Луне?

Ответ. Как член комитета по созданию лунной обсерватории при Международной академии по астронавтике очень рад, что величественный советский

подвиг — космический корабль с тремя людьми на борту — поистине приблизил день создания такой обсерватории. Эта обсерватория должна начать исследования по проблеме происхождения лунных формаций в связи с наблюдениями советского астронома Николая Козырева. Это будет идеальная астрономическая обсерватория, которой можно предсказать блестящее будущее: на Луне практически нет атмосферы, а, как известно, земная атмосфера — самый большой враг астрономов.

Доктор ОДУЭН ДОЛЬФЮС (Франция),
астроном Парижской обсерватории,
Медонская секция астрофизики

Вопрос. Что Вы считаете самым главным вкладом, внесенным за последние годы советскими учеными в изучение Вселенной?

Ответ. В связи с тем, что советские ученые делали вклады во многих областях, я предпочитаю ограничить свой ответ областью, относящейся к моей специальности, т. е. к изучению солнечной системы.

Я считаю, что в области физического изучения планет и Луны самый большой вклад советских ученых за последние годы — это практические наблюдения при помощи радиоастрономии и радиолокаторов. Я считаю, что крупные советские радиотелескопы, управляемые квалифицированными исследователями, инженерами и техниками, дали ряд сведений о планетах и Луне, значительно пополнивших наши знания об этих небесных телах.

Вопрос. Каковы, по Вашему мнению, важнейшие вопросы, встающие в настоящее время перед наукой в деле всеобъемлющего изучения Вселенной?

Ответ. Изучение Вселенной ставит бесчисленное множество вопросов, но, я думаю, особое философское значение принадлежит вопросам изучения жизни во Вселенной.

Астрономы, математики и физики внесли уже весьма существенный вклад в познание Вселенной. Биологи не внесли пока что своего вклада в эти исследования. Всякие исследования, технические данные и результаты, способные пролить свет на проблему жиз-

ни на других планетах, кажутся мне необыкновенно важными для развития наших знаний и нашего понимания Вселенной.

Вопрос. Что Вы думаете о создании научной обсерватории на Луне?

Ответ. На Луне могут быть два типа научных обсерваторий — автоматические и управляемые наблюдателями.

Полностью автоматическая лунная обсерватория, не требующая присутствия человека, создала бы уже возможности для весьма важных исследований. Мне кажется, что современное развитие техники могло бы уже в ближайшем будущем позволить создание на Луне таких научных станций.

Прошу рассматривать мои ответы как выражение моей личной точки зрения, они не могут, следовательно, к чему-либо обязывать учреждения, с которыми я связан.

Надеюсь, что удовлетворил Вас своими ответами. Прошу принять выражение моих самых наилучших чувств.

Профессор ЭВГЕНИУШ РЫБКА
(Польская Народная Республика),
директор астрономической обсерватории
Ягеллонского университета

Вопрос. Что бы Вы хотели пожелать новому журналу «Земля и Вселенная»?

Ответ. Хочется, чтобы журнал больше рассказывал об узловых проблемах современной астрономии, которая развивается сейчас необыкновенно быстро, а ее горизонты необычайно расширяются. Желательно, чтобы в статьях журнала был особенно подчеркнут огромный вклад в развитие астрономической науки ученых Советского Союза и других братских социалистических стран, в частности польских, чехословацких, румынских, венгерских астрономов и ученых ГДР.

Вопрос. Какой вклад, по Вашему мнению, внесли советские ученые в изучение Вселенной?

Ответ. Огромный. Этот факт признан во всем

мире. Назову только несколько больших научных центров и несколько крупнейших ученых-астрофизиков, работы которых получили мировую известность.

Академик В. Амбарцумян, президент Академии наук Армянской ССР, директор Бюраканской обсерватории, выполнил важнейшие исследования звездных ассоциаций и в настоящее время занимается изучением процессов, происходящих в галактиках.

Крымская астрофизическая обсерватория располагает крупнейшим в Европе телескопом с объективом в 260 см и проводит важнейшие исследования Солнца. Руководит обсерваторией проф. А. Северный — вице-президент Международного астрономического Союза.

Московский астрономический институт имени Штернберга, которым руководит проф. Д. Мартынов, занимается исследованием переменных звезд и многими другими проблемами.

Наконец, огромная по величине Пулковская обсерватория под Ленинградом, известная во всем мире своей широкой научно-исследовательской деятельностью.

Следует сказать об исследовательских работах Абастуманской обсерватории Академии наук Грузинской ССР и других астрономических центров южных союзных республик.

В Советском Союзе астрономов сотни. Диапазон их исследований необычайно широк, а вклад в мировую астрономию поистине велик.

Вопрос. Какие, по Вашему мнению, наиболее важные проблемы стоят сейчас перед наукой в области изучения Вселенной?

Ответ. Прежде всего хотелось бы выделить значение исследования галактик в связи с новыми открытиями и изучением звездных систем. Кроме того, важна проблема происхождения и развития Солнца и планет.

Вопрос. Каково Ваше мнение по вопросу возможного строительства научной обсерватории на Луне?

Ответ. Постройка лунной обсерватории была бы очень важным достижением с точки зрения потребностей астрономии. Луна не окутана атмосферой. Это облегчит проведение важных наблюдений. Уверен, что в течение ближайших лет проект строительства обсерватории на Луне будет реализован. Астрономия от этого только выиграет.

ПЕРВАЯ КОСМИЧЕСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ

12 октября 1964 г. новой мощной ракетой-носителем на орбиту вокруг Земли был выведен первый многоместный космический корабль «Восход». На его борту совершили суточный полет космонавты Владимир Михайлович Комаров, Константин Петрович Феоктистов и Борис Борисович Егоров.

Полет «Восхода» имеет ряд существенных особенностей по сравнению с предыдущими запусками космических кораблей. Его орбита была более высокой, чем при полете кораблей «Восток»: перигей составлял 178 км, а апогей — 409 км. Это означает, что корабль не мог совершить спуск за счет естественного торможения в атмосфере, как это предусматривалось на кораблях «Восток». Надежность возвращения на этот раз обеспечивалась не выбором низкой орбиты, а наличием на корабле второй, резервной, двигательной установки.

Летчики-космонавты СССР Ю. А. Гагарин
и В. М. Комаров

Фото В. Базанова (Фотохроника ТАСС)

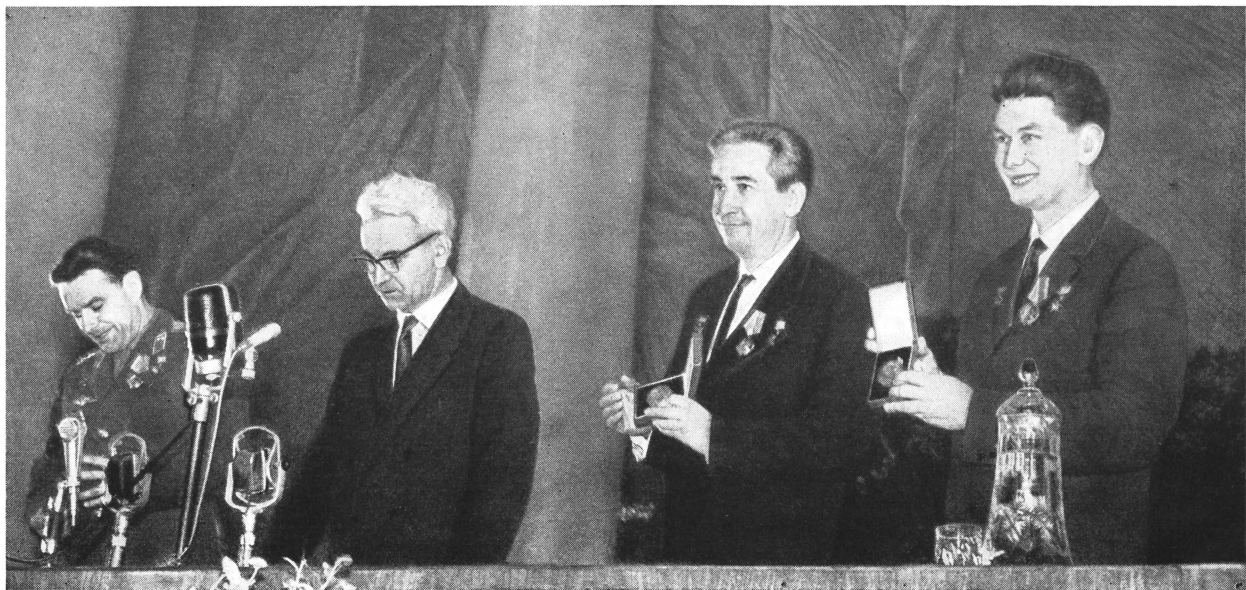


Как известно, большинство советских космонавтов при приземлении катапультировалось, покидая корабль и приземляясь отдельно от него. На этот раз катапультирование космонавтов вообще не предусматривалось. Это оказалось возможным в результате использования еще более надежных систем корабля, в частности системы посадки. Как известно, посадка, обеспечивавшаяся специальной системой (посадочным двигателем), была настолько мягкой, что космонавты сравнивали ее с остановкой обычного лифта. Более того, на этот раз оказалось возможным отказаться и от скафандров, в которых мы уже привыкли видеть космонавтов на фотографиях. Сейчас они летали в обычных спортивных костюмах. Разумеется, и это «новшество» было бы невозможным без совершенствования систем жизнеобеспечения, без повышения надежности космического корабля.

Экипаж многоместного космического корабля-спутника «Восход» после приземления

Фото Н. Чмелевского (Фотохроника ТАСС)





В Президиуме пресс-конференции, посвященной полету «Восхода»

Фото В. Савостьянова и В. Горединцева (Фотохроника ТАСС)

На корабле «Восход» была установлена и успешно апробирована в полете новая система ориентации, использующая ионные построители направления вектора скорости корабля.

Как и первые наши пилотируемые корабли, «Восход» имел телевизионные камеры для наблюдения за состоянием космонавтов и иллюминаторы, через которые космонавты вели наблюдения и фотографирование. Кроме того, имела и еще одна, наружная телевизионная камера, установленная на той стороне корабля, в которой нельзя было «прорезать» обычный иллюминатор.

Но, пожалуй, одна из наиболее существенных отличительных черт корабля «Восход» — это то, что на нем совершили первый полет не профессионалы летчики-космонавты, а научные сотрудники. Кроме командира корабля, на его борту находились кандидат технических наук К. П. Феоктистов и врач Б. Б. Егоров. Такой подбор членов экипажа позволил значительно расширить программу работ, осуществлять различные наблюдения, в том числе астрономического и геофизического характера. Среди этих работ можно отметить наблюдение горизонта, проводившееся для навигационных целей и ориентации в орбитальных и межпланетных полетах, когда придется использовать Землю как «опорное» небесное тело при астронавигационных измерениях. С навигационными целями наблюдалось и звездное небо. Кроме

того, наблюдались полярные сияния и светящиеся частицы. Проводились экспериментальные наблюдения по физике невесомой жидкости.

В большую программу медицинских наблюдений включалось: изучение функционального состояния центральной нервной системы и работоспособности членов экипажа на различных этапах полета; изучение влияния комплекса факторов космического полета на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и крови; исследование внешнего дыхания, газообмена и энерготрат в условиях невесомости; исследование функционального состояния анализаторов в условиях невесомости; оценка эффективности систем жизнеобеспечения и средств приземления.

По всем разделам исследований получены соответствующие результаты, которые, как это делалось и раньше, после обработки будут опубликованы в научной литературе.

Полет «Восхода» знаменует собой начало непосредственного изучения Вселенной человеком. Можно не сомневаться, что исследовательская работа ученых-космонавтов окажется весьма плодотворной в самых различных областях науки и техники, включая решение различных технических и навигационных проблем, а также геофизические, астрономические и медико-биологические наблюдения и исследования.

ИСКУССТВЕННЫЕ СПУТНИКИ— О НАШЕЙ ПЛАНЕТЕ

А. Г. МАСЕВИЧ,

доктор физико-математических наук

Более семи лет вокруг Земли движутся искусственные спутники и космические ракеты — небесные тела, созданные руками человека. 4 октября 1957 г. первый советский искусственный спутник Земли — «русское чудо» открыл космическую эру, а сейчас их уже несколько сотен. Двигутся они по самым разнообразным орбитам — от полярных до экваториальных, различны их максимальные и минимальные высоты, времена оборотов, размеры и видимый блеск. Каждая из этих летающих лабораторий внесла свой серьезный вклад в исследование окружающего нас мира, позволила узнать много нового о Земле и ее окрестностях.

Так, установленные на борту искусственных спутников приборы обнаружили радиационные пояса Земли, о которых до 1957 г. ничего не было известно, позволили подробно исследовать магнитное поле нашей планеты, структуру и химический состав верхних слоев атмосферы, метеорные тела в межпланетном пространстве, идущие от Солнца потоки заряженных частиц, дали много новых сведений о Луне и ближайших планетах. Метеорологические спутники по-новому, «сверху» исследуют облачный покров Земли, что не только облегчает прогноз погоды, но и дает возможность заблаговременно предупреждать о стихийных бедствиях — тайфунах и ураганах.

В космический век возникли новые науки — космическая биология и медицина. А замечательный полет нашего звездного корабля «Восход» в октябре 1964 г. показал, что летающая в космосе лаборатория с коллективом исследователей на борту — это уже не мечта, а действительность. В результате обработки систематических наблюдений спутников и изучения их орбит за последние годы косвенным путем (в отличие от прямых измерений с борта) было получено много новых сведений о Земле и околоземном пространстве. Фотографические наблюдения спутников позволили с большой точностью измерять их положения среди звезд (до нескольких угловых секунд), а также время прохождения через определенную точку небесной сферы (до нескольких миллисекунд), что ока-

залось новым очень эффективным средством исследования верхних слоев атмосферы и гравитационного поля Земли.

Если бы Земля была правильным шаром с некоторым правильным же внутренним распределением масс и если бы ее не окружала материальная среда (атмосфера, космические пылевые частицы, метеоры, планеты и т. д.), то спутник двигался в околоземном пространстве так, что его орбита была бы эллипсом, один из фокусов которого совпадал бы с центром масс Земли. Такой эллипс не менялся бы во времени, и его большая ось и наклонение оставались неизменными по отношению к звездам. Поскольку в действительности Земля не изолирована, отличается от правильного шара и к тому же окружена атмосферой, орбита искусственного спутника существенно изменяется с течением времени. Эти изменения можно изучать детально по данным точных наблюдений движения спутника, анализируя отклонения истинной орбиты от неподвижного идеального эллипса.

Влияние атмосферы проявляется в торможении спутника особенно сильно при прохождении его через перигей. При этом высота апогея непрерывно уменьшается, высота же перигея практически остается постоянной. Атмосферный эффект, таким образом, вызывает сжатие эллиптической орбиты и непрерывное преобразование ее в сферическую (рис. 1).

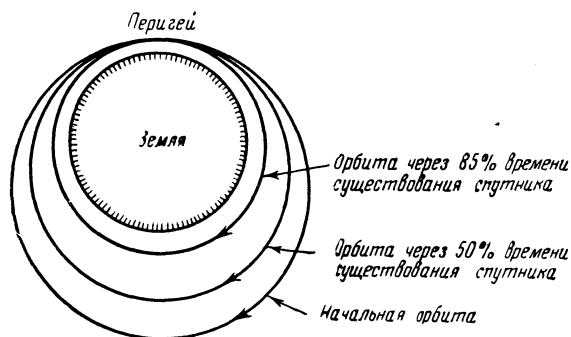


Рис. 1. Сжатие эллиптической орбиты спутника под воздействием торможения земной атмосферы

Изменяется не только форма орбиты, но и период обращения спутника. Это позволяет довольно точно вычислить плотность атмосферы на высоте перигея, если последняя не превосходит 1000 км. При большей высоте учитывается также воздействие давления солнечного излучения.

То, что Земля отличается от правильного шара, оказывает на орбиту спутника совсем иное воздействие: во-первых, вызывает прецессию плоскости орбиты спутника вокруг зем-

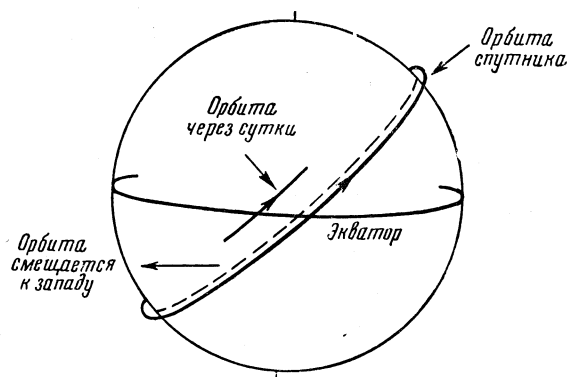


Рис. 2. Влияние несферичности Земли на орбиту спутника

ной оси со скоростью до 10° в сутки в направлении, обратном направлению движения самого спутника, не меняя при этом наклонение орбиты к экватору (рис. 2); во-вторых, несферичность Земли обуславливает вращение большой полуоси эллипса в плоскости орбиты в прямом направлении для орбит с малым наклонением к экватору и в обратном для полярных.

Анализ движения спутника позволяет изучать как строение верхних слоев атмосферы, так и структуру внешнего гравитационного поля Земли, а отсюда определять и числовые параметры, характеризующие фигуру Земли.

ПЛОТНОСТЬ ВЕРХНИХ СЛОЕВ АТМОСФЕРЫ

Ныне плотность атмосферы определена по движению спутников для высот от 180 до 800 км. Для высоты 1500 км плотность вычислена по спутнику-баллону «Эхо I», хотя основная возмущающая сила для него не атмосферное торможение, а давление солнечного излучения. Максимальное значение плотности для этой высоты составляет $5 \cdot 10^{-18}$ г/см³.

Наиболее точны определения английского ученого Д. Кинг-Хили по данным наблюдений 45 спутников, размеры и веса которых известны, а орбиты достаточно хорошо изучены. Результаты этих расчетов представлены на рис. 3. Отдельно показаны так называемые дневные значения плотности, определенные по наблюдениям в период, когда перигей спутника находился на освещенной Солнцем стороне Земли, и ночные, полученные по наблюдениям, когда перигей находился в тени. Дневные значения всегда больше ночных, и различие это существенно возрастает с высотой: оно составляет 10% для высот 200—250 км и начиная с 300 км значительно увеличивается. Это означает, что для одной и той же высоты (выше 300 км) атмосферная плотность гораздо больше днем, чем ночью, например для высоты 700 км почти в десять раз.

Плотность атмосферы существенно зависит от геометрического положения Солнца и для каждой высоты непрерывно изменяется, достигая максимума несколько позднее местного полудня, а минимума — вскоре после местной полуночи. Образно говоря, Солнце «приподнимает», или «вздувает» находящуюся под его лучами часть атмосферы, и высота этого «вздутия» увеличивается с высотой над поверхностью Земли. По данным рис. 3, уровень постоянной плотности, соответствующей 500 км над поверхностью Земли, «вздувается» днем на 150 км. Эту особенность земной атмосферы удалось обнаружить только при помощи искусственных небесных тел.

Новым и весьма существенным с научной точки зрения результатом было также обнаружение вариаций плотности атмосферы, связанных с активностью Солнца. Если бы плотность на данной высоте была постоянна, период обращения спутника уменьшался бы плавно. В действительности же, как показывают наблюдения, суточное уменьшение периода изменяется нерегулярно.

За вычетом рассмотренных выше изменений, вызываемых освещенностью спутника Солнцем, и изменений с широтой остаются явно выраженные нерегулярные колебания плотности, причина которых долго оставалась неясной. Д. Кинг-Хили первый обнаружил примерно 28-дневную периодичность в этих колебаниях и связал ее с солнечной активностью (максимальные значения плотности, так же как и минимальные, как правило, повторяются через интервал, равный примерно 28 дням). Наряду с такими периодическими изменениями встречаются и явно спорадические, достигающие порой значительной величины: $+20\%$ для $h = 400$ км и $\pm 40\%$ для $h = 700$ км.

Многие авторы пытались впоследствии связать нерегулярные изменения плотности атмосферы с различными проявлениями солнечной активности (радиоизлучением на волнах $\lambda = 20$ см, 10,7 см, числом пятен, характеристиками магнитного поля Земли и др.). Исследования эти продолжаются. Наиболее распространено предположение, что изменения с 28-дневным периодом вызваны непостоянством излучения Солнца, а спорадические — солнеч-

рабля, особенно для его посадки в заранее намеченном районе Земли.

Определение физических характеристик плотности атмосферы по наблюдениям движения спутника затрудняется недостаточной разработкой теории рассматриваемого явления. Так, при вычислении торможения спутника приходится делать предположение об аэродинамическом режиме его полета. Непосредственные экспериментальные данные пока отсутствуют.

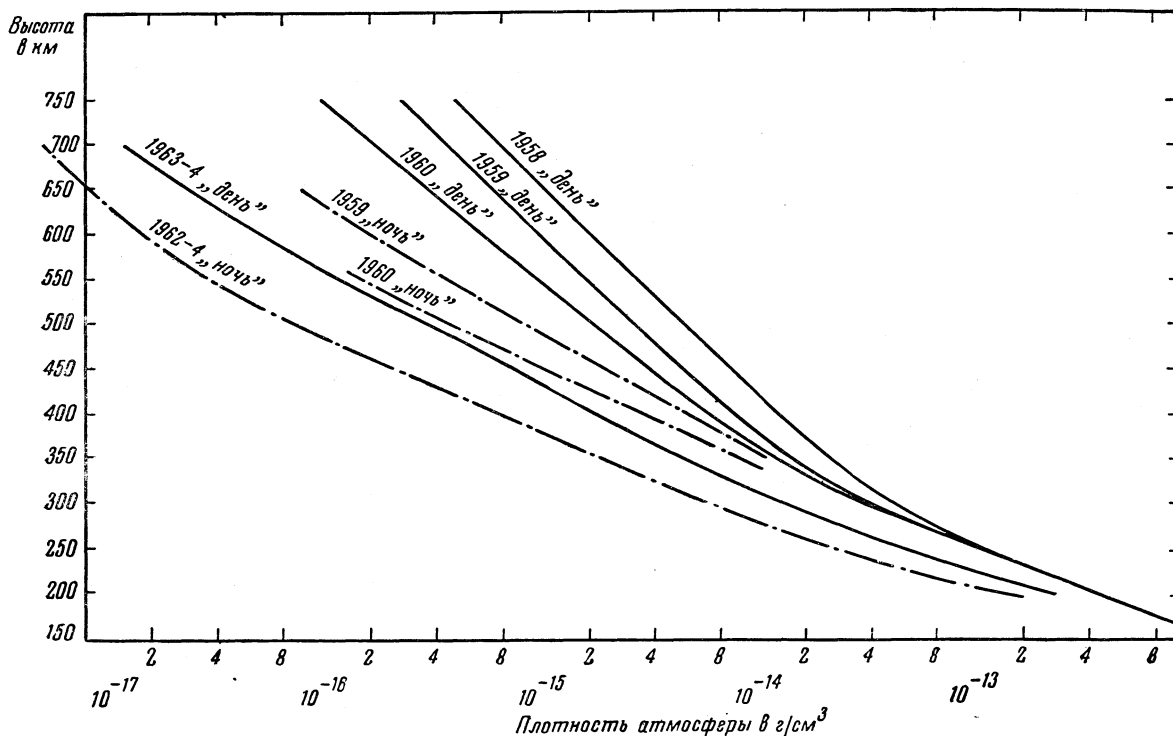


Рис. 3. Изменение плотности атмосферы с высотой за период 1958—1964 гг.

ными корпускулами. Ясно лишь, что на земную атмосферу солнечная активность оказывает значительное влияние. Однако механизм этих воздействий еще далеко не выяснен.

На рис. 3 видно, как проявляются изменения плотности атмосферы со времени максимума солнечной активности в 1957—1958 гг. до минимума в 1963—1964 гг. Наблюдается значительное уменьшение плотности с падением солнечной активности как для ночных, так и для дневных значений. Наибольшее дневное значение плотности 1958 г. превышает ночное 1964 г. для высот 600—700 км более чем в 100 раз.

Совершенно очевидно, какое большое практическое значение имеют эти результаты для правильного расчета траектории космического ко-

считается наиболее вероятным, что на высотах, в которых проходят орбиты спутников, аэродинамический режим определяется потоками свободных молекул воздуха. Однако до сих пор нет ясности в вопросе, как отражаются молекулы воздуха от поверхности спутника. Принимаемое ныне почти при всех расчетах плотности диффузное отражение может отличаться от зеркального до 20%. Кроме того, сложная зависимость сопротивления от формы спутника также приводит к тому, что значения атмосферной плотности, получаемые на основании изучения движения спутников, обременены определенной ошибкой. Однако ошибка не слишком значительна. Об этом говорит совпадение вычисленных данных с результатами непосредст-

венных измерений с борта 3-го советского спутника, включая эксперимент с расширением натриевого облака, выпущенного с борта советской геофизической ракеты 19 сентября 1958 г.

Значения плотности атмосферы на различных высотах, полученные разными методами (в $г/см^3$)

Высота, км	Орбитальный метод		Прямые измерения манометра с 3-го советского спутника	По расширению натриевого облака
	дневные значения	ночные значения		
250	$4,2 \cdot 10^{-13}$	$4,2 \cdot 10^{-13}$	$1,1 \cdot 10^{-13}$	—
300	$3,9 \cdot 10^{-14}$	$3,9 \cdot 10^{-14}$	$3,5 \cdot 10^{-14}$	—
400	$9,0 \cdot 10^{-15}$	$5,6 \cdot 10^{-15}$	$6,6 \cdot 10^{-15}$	—
430	—	—	—	$6,7 \pm 2 \cdot 10^{-15}$
500	$3,1 \cdot 10^{-15}$	$1,0 \cdot 10^{-15}$	$2,2 \cdot 10^{-15}$	—

ПОЛЕ ТЯГОТЕНИЯ И ФИГУРА ЗЕМЛИ

Основное влияние несферичности Земли на орбиту искусственного спутника, как мы уже видели, сказывается в прецессии плоскости его орбиты вокруг земной оси, без изменения накло-

нения плоскости орбиты к экватору. Таким образом, точка, в которой спутник, движущийся с запада на восток, пересекает экватор, медленно смещается относительно звезд к западу (рис. 2). Скорость прецессии составляет для близких спутников примерно 10° в сутки в случае почти экваториальной орбиты (с малым наклоном) и примерно 3° для орбиты с наклоном около 60° . Эта скорость измеряется с высокой точностью. Данные о ней позволяют очень точно определять полярное сжатие Земли.

Интересно отметить, что тот же эффект для естественного спутника Земли — Луны может быть измерен со значительно меньшей точностью, так как скорость прецессии плоскости орбиты уменьшается с расстоянием и для орбиты Луны в миллион раз меньше, чем для близкого спутника.

Уже первые спутники позволили уточнить величину полярного сжатия Земли. По новейшим данным оно равно $1/298,24$. Это означает, что разница между экваториальным и полярным диаметрами Земли составляет 42,77 км.

Точные наблюдения спутников позволили определить и другие малые отклонения фигуры Земли от сферы, например, обнаружилось, что Земля слегка «грушеподобна»: северный полюс приподнят примерно на 30 м по сравнению с южным (рис. 4). 30 м, конечно, не слишком много по сравнению с размерами земного шара, но для геофизики это может оказаться существенным, так как, по-видимому, свидетельствует о существовании значительных внутренних напряжений в Земле.

Исследование возмущений орбит спутников, связанных с долготными вариациями, подтвердило выводы геодезистов, что экваториальное сечение Земли тоже не круг, а в первом приближении представляет собой эллипс, большая полуось которого превышает малую примерно на 100 м.

На рис. 5 изображена карта поверхности Земли, построенная по последним данным В. Каула (США) на основании обработки наблюдений движений многих спутников. За основу принят земной эллипсоид с экваториальным радиусом 6378,165 км и сжатием $1/298,24$. Числа на карте обозначают высоты геоида относительно поверхности этого эллипсоида. Наиболее характерны понижение геои-

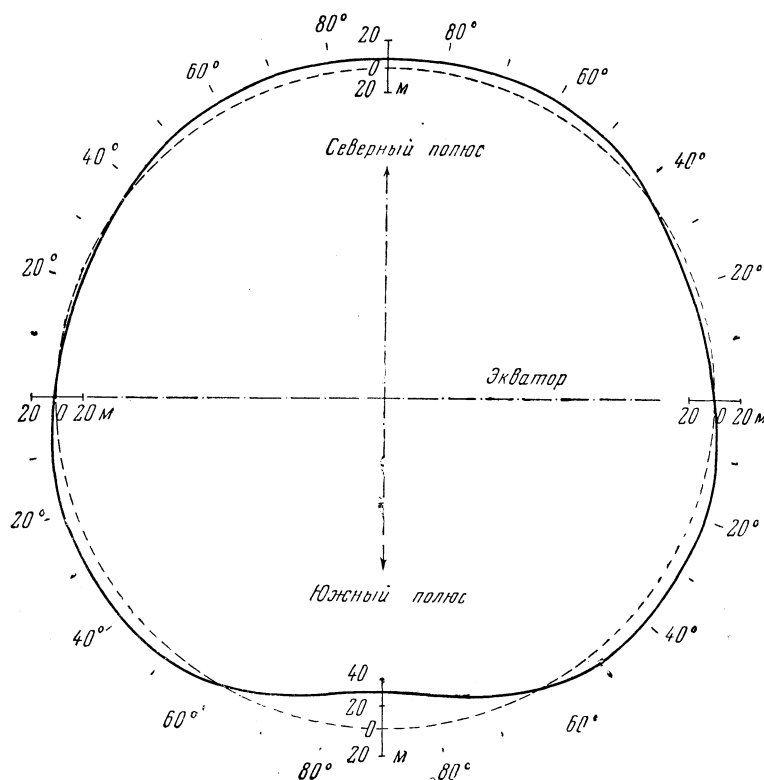


Рис. 4. Фигура Земли, по данным наблюдений спутников, по сравнению с эллипсоидом (пунктир), имеющим сжатие $1/298,24$ (масштаб не соблюден)

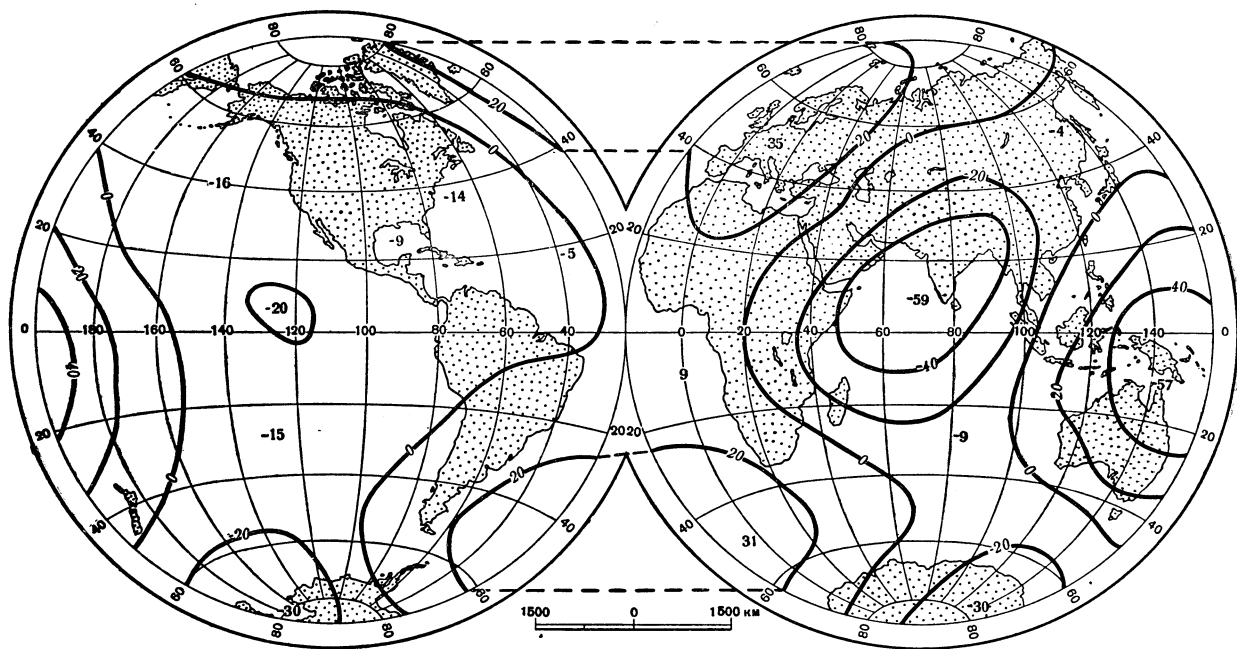


Рис. 5. Высота геоида (в м), по данным наблюдений спутников над эллипсоидом сравнения, имеющим сжатие $1/298,24$ (по Каула, США)

да (-59 м) к югу Индии и повышение ($+57$ м) около Новой Гвинеи; геоид приподнят ($+30$ м) во Франции и в Атлантическом океане и имеет понижение (-30 м) в Антарктиде. Южный полюс находится на 20 м ниже, а Северный приподнят на 15 м относительно земного эллипса. Все эти данные имеют большое значение не только для геофизики, но и для планетной космогонии, так как дают возможность косвенной экспериментальной проверки различных гипотез происхождения Земли и ее внутреннего строения.

КОСМИЧЕСКАЯ ТРИАНГУЛЯЦИЯ

С появлением искусственных спутников геодезисты получили новый, весьма эффективный метод определения положений географических пунктов — так называемый метод космической триангуляции. В этом «астрономическом» варианте наземной триангуляции одна из вершин каждого решаемого треугольника лежит не на поверхности Земли, а совпадает с положением искусственного спутника в определенный момент времени. Если A и B (рис. 6) — наблюдательные станции, координаты которых известны в некоторой системе, одновременно наблюдают спутник в точке S' на фоне звезд, то наблюдения определяют направление визир-

ных линий AS' и BS' и позволяют решить треугольник $AS'B$, т. е. определить положение спутника.

Если аналогичным образом было установлено положение спутника в другой момент в точке S'' и в этот же момент спутник наблюдала третья станция N , то ее координаты можно вычислить из треугольника $S'NS''$. Фактически число наблюденных положений спутника больше двух, и задача сводится к определе-

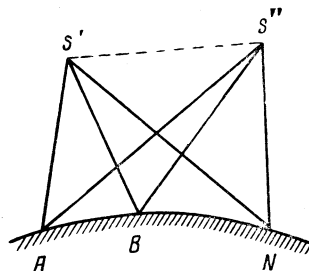


Рис. 6

нию вероятнейшей точки пересечения прямых, проходящих через известные точки с известными угловыми коэффициентами.

Если станции лежат не в одной плоскости, решение задачи упрощается: для определения

координат станции N нет необходимости вычислять координаты спутника и не требуются одновременные наблюдения с трех или более станций (рис. 7). Каждое наблюдение станции N , выполненное совместно хотя бы с одной опорной станцией A , определяет положение плоскости $AS'N$. Трех наблюдений, сделанных совместно двумя опорными станциями (пусть даже в разное время), достаточно для определения положения станции N как точки пересечения трех плоскостей.

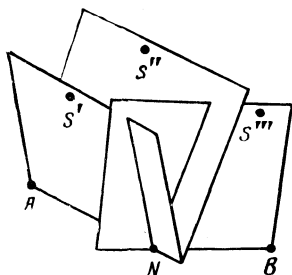


Рис. 7

Вычисляемые таким путем координаты пунктов наблюдения не зависят от местных уклонов отвесной линии в отличие от устанавливаемых астрономическими методами широты и долготы. Они получаются в той же системе, что и координаты опорных станций, точность их определяется только точностью координат опорных станций и точностью наблюдений.

В мае — июне 1963 г. в СССР был проведен сеанс синхронных наблюдений яркого спутника-баллона «Эхо I». В наблюдениях участвовали станции сети Астрономического совета от Ужгорода до Хабаровска и три специальные экспедиционные станции вблизи Владивостока, на Камчатке и Курильских островах. К работе присоединились также станции ГДР, Польши, Чехословакии и Румынии. Общая протяженность измеренной сети составила свыше 10 000 км. Предварительные результаты геодезической обработки показывают, что точность может считаться достаточной для решения некоторых геодезических задач. Так, на обработанном участке сети от Риги до Иркутска среднеквадратическая ошибка составила ± 150 м, а для отдельных станций ± 60 м. Это соответствует относительной точности от 1 : 40 000 до 1 : 100 000, что вполне сравнимо с точностью радиогеодезических методов. Наличие реальных путей повышения точности космической триангуляции еще более расширит область применения этого метода.

Наблюдения показали, что космическая триангуляция уверенно осуществляется при расстояниях между станциями в 3000—4000 км; возможны наблюдения и на больших расстояниях: к примеру — были получены синхронные наблюдения станциями Алма-Ата и Южно-Курильск, расстояние между которыми превышает 5000 км.

Метод космической триангуляции по синхронным наблюдениям ярких искусственных спутников Земли очень перспективен для решения ряда практических задач. Он может быть использован для геодезического обоснования электрофотографических съемок в труднодоступных районах, привязки островов к материкам и определения координат отдельных географических объектов в таких районах, как Антарктида. Простота метода позволит проводить работу сравнительно быстро и без больших экономических затрат.

Этот метод открывает широкие возможности для международного сотрудничества, поскольку при его помощи могут решаться научные задачи, выходящие за рамки одной страны, например, уточнение координат отдельных островов, рифов, мелей и других пунктов, имеющих важное значение для мореплавания. Метод может быть чрезвычайно ценным для слаборазвитых стран, особенно, обширных по территории, при их картографировании с целью освоения природных ресурсов. Страны, обладающие изолированными триангуляционными сетями, могут связать их между собой.

Космическая триангуляция позволяет измерить расстояние между точками, разделенными океаном, что послужит основой для решения в дальнейшем проблемы движения материков.

Из сказанного видно, как искусственные небесные тела за свой сравнительно небольшой период существования заметно расширили наши знания о Земле и окружающем ее пространстве. Много загадок окружающего нас мира еще предстоит раскрыть с помощью этого нового мощного орудия исследования.



Представьте себе, что вы находитесь на экваторе планеты Уран и в течение года следите за движением Солнца от восхода до захода. Какую картину пришлось бы Вам наблюдать? А что бы Вы видели, если бы жили на полюсе Урана?

(Ответ на стр. 32)*

ИЗУЧЕНИЕ МАНТИИ ЗЕМЛИ

В СССР, США и других странах продолжают исследования верхней мантии Земли — оболочки, лежащей ниже земной коры до глубины 800—900 км. Здесь начинаются процессы, определяющие горообразование, возникновение землетрясений, вулканизм. В верхней части этой оболочки находится астеносфера — слой с пониженной прочностью вещества. Скорость упругих волн в нем может быть меньше, чем в выше- и нижележащих слоях, иными словами, астеносфера может служить волноводом. Исследования времени пробега сейсмических волн через верхнюю мантию, проведенные Институтом физики Земли и Ленинградским отделением Математического института АН СССР, позволили с помощью электронно-вычислительных машин отобрать из многих тысяч вариантов несколько наиболее вероятных кривых, характеризующих изменение скорости упругих волн с глубиной.

Изучение комплексной сейсмологической экспедицией Института физики Земли записей глубоких землетрясений Памира на цепочке сейсмических станций длиной 4000 км подтвердило с большой надежностью существование волновода на глубине 100—150 км. Но верхняя мантия, как выясняется, неоднородна: так, волновод под Курильскими островами при детальном исследовании Тихоокеанской экспедиции того же института не обнаружен.

Известно, что с увеличением периода колебаний и длины упругих волн, распространяющихся вдоль поверхности Земли, они захватывают все более глубокие слои. Проводя исследования очень длинных волн, образовавшихся при Чилийском землетрясении и многократно обжавших Землю, Д. Л. Андерсон из Калифорнийского политехнического института обнаружил по затуханию волн, что малая проч-

ность и большой коэффициент поглощения упругих колебаний свойственны верхним 400—600 км мантии. Здесь вещество Земли по свойствам можно уподобить разогретому мягкому стеклу. Вещество нижних 2300—2500 км мантии по упругим свойствам подобно стали.

В астеносфере, где вещество Земли богато источниками тепла — радиоактивными элементами, температура его близка к точке плавления. Глубже из-за роста давления и уменьшения содержания радиоактивных элементов температура вещества вплоть до границы жидкого ядра Земли растет медленнее, чем точка плавления. Именно в астеносфере могут происходить движения вещества мантии (главным образом, вертикальные), вызывающие изменения в земной коре. Однако профессор Л. Кнопов, также работающий в Калифорнийском институте, недавно показал, что большие конвекционные кольцевые потоки в мантии невозможны. Существование их обычно связывается с движением материков. Таким образом, против гипотезы движения материков выдвинуты новые серьезные возражения.

НОВЫЕ МЕТОДЫ НАБЛЮДЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Локатор следит за «ангелами» — так иногда называют недоступные оптическим наблюдениям неоднородности воздуха, возникающие в результате турбулентных процессов в атмосфере. Используя радиолокатор с очень узким лучом, доктор Белл (Канада) получил отражения от «ангелов», имеющих вид тонких, плоских или чуть выпуклых слоев (размером 10—20 м), возникающих в ясную погоду на небольшой высоте — около 300 м.

В Станфордском университете (Калифорния) для изучения турбулентности более высоких слоев, а также для исследования рассеяния света в атмосфере и физических свойств облаков и тумана М. Дж. Лигда предложил использовать световой луч лазера. С. М. Серебrenи из этого же университета изучает турбулентность на высоте 10—15 км, сопоставляет сообщения экипажей самолетов, попадающих в зоны турбулентности, с фотографиями этих областей, полученными с метеорологических спутников.

В Межамериканской обсерва-

тории Ла Серена (Чили) для изучения движения верхних слоев атмосферы используются... вулканы. Там ведутся наблюдения яркости звезд, которые слегка затмеваются при движении пыли, выброшенной на высоту 50 км вулканом Агунг на о. Бали (Индонезия) во время его извержения в 1963 г.

СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ УРАГАНОВ

Все лето минувшего года метеорологическое бюро США занималось изучением форм облаков над Атлантикой, чтобы выяснить условия образования ураганов. С этой целью быстро обрабатывались снимки облачных образований, полученные с метеорологических спутников типа «Тайрос». В случае обнаружения форм облаков, говорящих о циклонической циркуляции, в район возможного образования циклона немедленно направлялись самолеты-зондировщики, оборудованные приборами для измерения скорости ветра, температуры, влажности и других параметров атмосферы, а также специальными фотокамерами. Об обстановке в районе зарождающихся ураганов регулярно сообщали также самолеты ВВС и ВМФ США, пассажирские самолеты и находящиеся в море суда. В систему обнаружения ураганов входят также расположенные на протяжении более 4500 км (от штата Мэн до Техаса) радиолокационные станции, отслеживающие ураганы в радиусе 350 км каждая, а также автоматические метеобуи в Мексиканском заливе.



Два спутника Марса — Фобос и Деймос движутся почти точно в плоскости марсианского экватора в том же направлении, в каком вращается и сам Марс. Период вращения Марса — 24 час. 37 мин., периоды обращения Фобоса — 7 час. 39 мин., а Деймоса — 30 час. 18 мин.

Как на марсианском небе происходит видимое движение Солнца, Фобоса и Деймоса?

(Ответ на стр. 32)

О ВОЗМОЖНОСТЯХ СВЯЗИ С ВНЕЗЕМНЫМИ ЦИВИЛИЗАЦИЯМИ

Л. М. ГИНДИЛИС,

кандидат физико-математических наук

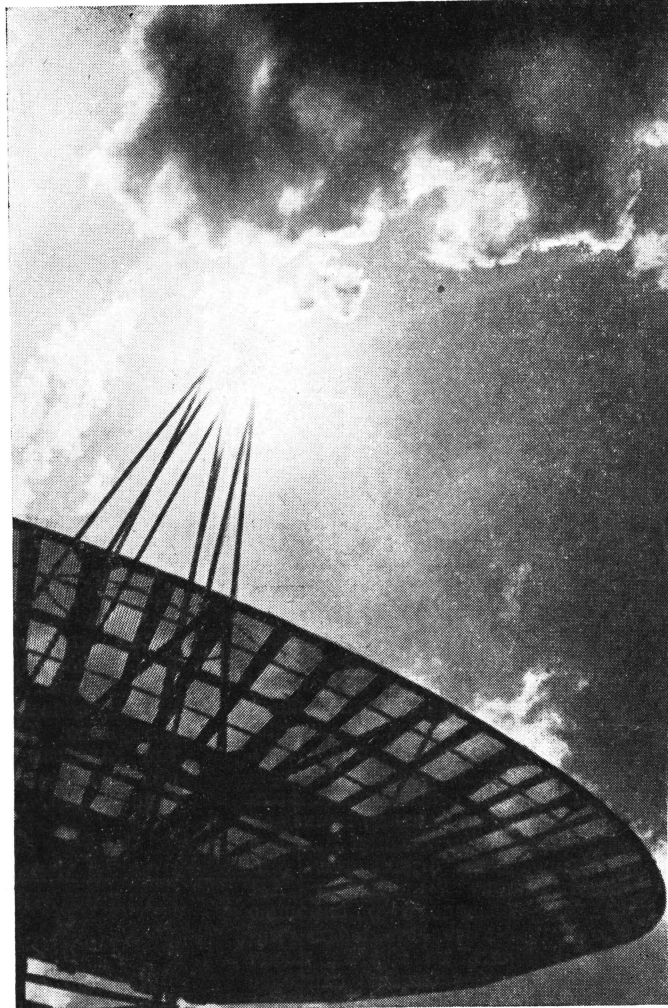
Происхождение и развитие разумной жизни во Вселенной — одна из величайших проблем естествознания, имеющая важнейшее научное и мировоззренческое значение. Одиноки ли мы во Вселенной, существуют ли где-нибудь в ее бескрайних просторах разумные существа и можно ли установить с ними контакт? Эти вопросы издавна волновали наиболее пытливые умы человечества.

До последнего времени установление связи с внеземными цивилизациями казалось технически невыполнимым, и обсуждение этой проблемы относилось главным образом к сфере фантастики. Теперь, благодаря поразительным успехам радиофизики, радиоастрономии и кибернетики появились реальные предпосылки для теоретических исследований и экспериментов в этом направлении. О некоторых из них мы и расскажем в данной статье.

1. СКОЛЬКО ЦИВИЛИЗАЦИЙ ВО ВСЕЛЕННОЙ

Возможности связи зависят от расстояния между цивилизациями, а это определяется масштабом Вселенной и числом цивилизаций в ней. Современным астрономическим инструментам доступна область радиусом около 10 млрд. световых лет. В этой части Вселенной находится 10^{10} галактик, или около 10^{21} звезд. Было бы крайне удивительно, если бы среди гигантского количества звезд только около одной из них — ничем непримечательной звезды — нашего Солнца — могла возникнуть жизнь и развиваться разум.

В настоящее время никто уже не сомнева-



ется, что единственной обитаемой, т. е. населенной разумными существами, планетой солнечной системы является Земля. Что касается жизни в других планетных системах, вблизи других звезд, то на этот счет мы еще не располагаем достоверными данными. Число обитаемых миров зависит от ряда астрономических, биологических и социальных факторов. Последние понимаются в космическом масштабе, так что следует говорить о космической биологии и космической социологии.

Рассмотрим для примера нашу Галактику. Пусть N — общее число звезд в ней, а N_c — число цивилизаций, существующих одновременно с нами. Тогда можно записать:

$$N_c = N k_1 k_2 p_1 p_2 / (t_c). \quad (1)$$

Здесь k_1 — фактор, учитывающий наличие планетных систем ($N k_1$ — число планетных систем в Галактике); k_2 — фактор, учитывающий пла-

нетные системы с подходящими для возникновения жизни условиями (для оценки этого фактора надо знать, какие условия необходимы для возникновения жизни, что такое жизнь в более широком плане, если не ограничиваться известными на Земле формами жизни). Таким образом, по своему характеру k_2 — это смешанный астрономо-биологический фактор; p_1 — вероятность возникновения жизни на планете с подходящими условиями. Если полагать, что возникновение жизни — это динамически закономерный процесс, исключающий элемент случайности, и что при наличии необходимых условий жизнь обязательно должна возникнуть (а так думают многие ученые), то следует принять $p_1 = 1$; p_2 — вероятность того, что в процессе эволюции живой материи на данной планете возникают разумные существа, способные объединиться в общество и создать свою цивилизацию; t_c — продолжительность жизни технологически развитых цивилизаций. Относительно этой величины существуют две противоположные точки зрения. Согласно одной из них время жизни технологически развитых цивилизаций существенно ограничено — порядка нескольких сотен, нескольких тысяч или, может быть, нескольких миллионов лет. Оно, во всяком случае, мало по сравнению с космическим масштабом времени T . Это — так называемая короткая шкала жизни цивилизаций.

Согласно другой точке зрения время жизни технологически развитых цивилизаций неопределенно велико, оно может быть сравнимо только с возрастом самых старых объектов во Вселенной.

Вид функции $f(t_c)$ зависит от величины t_c : при $t_c \ll T$ (короткая шкала жизни)

$$f(t_c) = \frac{t_c}{T};$$

при $T_c \sim T$ (длинная шкала жизни)

$$f(t_c) = \frac{T - T_0}{T},$$

где T_0 — время, прошедшее от образования планетной системы до появления на ней технологически развитой цивилизации. Если это время в среднем такое же, как для нашей цивилизации ($T_0 \sim 5$ млрд. лет), то

$$f(t_c) = \frac{5 \cdot 10^9}{(10 \div 20) \cdot 10^9} = 0,25 \div 0,5.$$

Из всех перечисленных факторов в настоящее время можно более или менее надежно оценить только астрономический фактор k_1 . Эта оценка основана на изучении скорости вращения звезд различных спектральных классов.

При переходе вдоль спектральной последовательности от звезд типа О к звездам М темпе-

ратура поверхностных слоев меняется непрерывно. Непрерывно меняются и другие характеристики звезд, например, их масса, светимость и пр. А вот скорость вращения меняется непрерывно только для звезд ранних спектральных классов от О до F2. Около класса F2 скорость вращения резко, почти скачком уменьшается. Экваториальные области звезд более горячих, чем F2, вращаются со скоростью больше 100 км/сек. Звезды более поздних спектральных классов GK, M практически совсем не вращаются, их экваториальная скорость несколько километров в секунду. Создается впечатление, что звезды этих спектральных классов в процессе своего развития в силу каких-то причин потеряли первоначальный момент количества движения, вследствие чего их скорость существенно замедлилась.

Любопытно, что величина потерянного момента для звезд типа Солнца соответствует моменту количества движения нашей планетной системы. Отсюда можно сделать весьма правдоподобный вывод, что потеря момента количества движения связана с образованием планетных систем около звезд на определенной стадии их эволюции. Возможный механизм передачи момента количества движения от звезды к образующимся планетам, в котором роль переносчика играет магнитное поле, предложен английским астрофизиком Хойлем. Если эти представления правильны, то можно предполагать наличие планетных систем у всех звезд, спектральные классы которых более поздние, чем F2. Этому условию удовлетворяет подавляющее большинство звезд Галактики, т. е. фактор k_1 в формуле (1) должен быть близок к единице.

Другой важный аргумент в пользу большого числа планетных систем в Галактике — обнаружение темного спутника у знаменитой «Летящей звезды Барнарда». Она называется так потому, что по сравнению с другими звездами очень быстро перемещается по небесной сфере; угловое перемещение или, как говорят астрономы, собственное движение «Летящей звезды Барнарда» составляет более 10" в год. Столь значительное собственное движение указывает на то, что эта звезда находится очень близко от солнечной системы. Действительно, «Летящая звезда Барнарда» — это третья по близости к нам (после Проксимы и Альфы Центавра): расстояние до нее равно 1,8 парсека, или около шести световых лет. По физическим характеристикам «Летящая звезда Барнарда» — красный карлик спектрального класса M5 с массой 0,15 массы Солнца. Американский исследователь Ван де Камп обнаружил, что собственное движение этой звезды имеет периодические колебания, обусловленные наличием невидимого

темного спутника (рис. 1). Масса спутника всего в 1,5 раза больше массы Юпитера. Такое тело не может быть самосветящимся. Это, вероятно, планета-гигант, обращающаяся вокруг своей звезды по сильно вытянутой орбите.

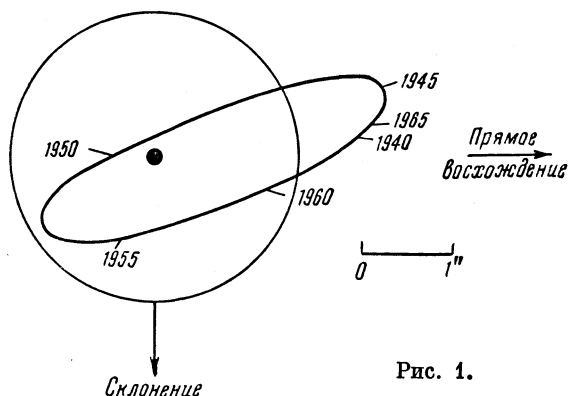


Рис. 1.

Эллипс изображает орбиту спутника. Положение звезды схематически представлено точкой внутри окружности. Окружность — граница оптического изображения звезды на фотопластинке, размеры которого определяются в основном рассеянием фотоэмulsion и не отражают истинных размеров звезды

С другой стороны, как справедливо заметил проф. Б. В. Кукаркин, это может быть не одно тело, а система нескольких планет, подобная нашей солнечной системе. Если периоды обращения планет хотя бы приблизительно соизмеримы, то это приведет к периодическому движению звезды около центра тяжести системы с периодом, равным периоду биений, как если бы это движение вызывалось наличием одного невидимого спутника с таким периодом обращения. В качестве иллюстрации Б. В. Кукаркин рассмотрел, как выглядела бы наша солнечная система при наблюдении с другой звезды. Оказалось, что из анализа собственного движения Солнца предполагаемые астрономы с другой звезды могли бы заключить о наличии около Солнца одной планеты-гиганта с периодом обращения около 60 лет. Объяснение этому можно найти в приближенной соизмеримости периодов обращения Юпитера и Сатурна — двух наиболее массивных планет солнечной системы: пять периодов обращения Юпитера составляют 59,3 года, два периода Сатурна — 58,9 года.

Рассмотренные аргументы не являются, конечно, строгим доказательством существования планетных систем у многих звезд. Однако они показывают, что есть веские основания для такого предположения. Большинство исследователей считает, что планетные системы весьма распространены в Галактике и число их может достигать ста миллиардов ($k_1 \sim 1$).

Разумеется, не все планеты пригодны для возникновения жизни. Оценить число планет с пригодными для жизни условиями — довольно трудная задача, хотя бы потому, что нам ничего не известно о тех формах жизни, которые могут развиваться на других планетах. Мы не будем останавливаться на этом вопросе. Подробности читатель может найти в превосходной книге И. С. Шкловского «Вселенная, жизнь, разум», в книгах А. И. Опарина и В. Г. Фесенкова «Жизнь во Вселенной» и Х. Шелли «Звезды и люди». Приводимые там оценки для фактора k_2 лежат в пределах от 10^{-6} до 0,06. Отсюда число планет в Галактике с пригодными для жизни условиями составляет от 10^5 до 10^{10} .

Остается еще один главный и самый трудный вопрос: на скольких из этих планет жизнь достигла такого развития, при котором могли появиться разумные, мыслящие существа? Можно полагать, что возникновение разумной жизни во Вселенной — закономерный процесс развития материи. Однако, как подчеркивает проф. И. С. Шкловский, это вовсе не означает, что эволюция живой материи на каждой планете должна непременно привести к возникновению Разума. Возможность подобного исхода эволюции несомненно существует, на Земле эта возможность превратилась в действительность, по-видимому, реализована она и на некоторых других планетах, но не обязательно на всех. Причина этого обстоятельства, как справедливо заметил проф. А. А. Нейфах, может заключаться, например, в различных сроках эволюции. Так, даже незначительное отличие физических условий на других планетах по сравнению с земными может, по мнению А. А. Нейфаха, увеличить сроки эволюции на один—два порядка; в этом случае на эволюцию потребуется время большее, чем возраст самых старых объектов во Вселенной.

Таким образом, существует определенная, отличная от нуля, но не обязательно равная единице вероятность p_2 того, что на какой-нибудь неизвестной планете, где уже возникла жизнь, она за несколько миллиардов лет эволюции приведет к появлению разумных мыслящих существ. Оценить эту вероятность и, следовательно, определить число цивилизаций в Галактике при современном уровне знаний не представляется возможным. Можно лишь указать верхнюю границу этой величины, положив вероятность p_2 , а также p_1 , равными единице. Тогда число цивилизаций в Галактике будет равно числу планет с пригодными для жизни условиями ($10^5 - 10^{10}$).

Для проблемы связи с другими цивилизациями представляют интерес не все цивилизации, которые когда-либо существовали в нашей

Галактике, а только те, которые существуют одновременно с нашей. Важную роль здесь играет время жизни t_c технологически развитых цивилизаций. Примем в качестве верхней границы $Nk_1k_2 = 10^{10}$; $p_1 = p_2 = 1$. Тогда из формулы (1) следует:

$$N_c = \frac{10^{10}}{T} t_c,$$

а так как $T \sim 10^{10}$, то $N_c \sim t_c$, т. е. число цивилизаций в Галактике, существующих одновременно с нами, в этом наиболее благоприятном случае по порядку величины равно выраженной в годах продолжительности t_c их существования. Например, при $t_c = 10^6$ лет максимальное число цивилизаций в Галактике — порядка одного миллиона.

Согласно оценке Х. Шепли, число цивилизаций составляет не менее одной на 10^{12} звезд, т. е. не менее одной цивилизации на пять соседних галактик; наиболее оптимистическая оценка Х. Шепли: одна цивилизация на 10^6 звезд, т. е. порядка 10^5 цивилизаций в Галактике. Если учесть перечисленные трудности, неопределенность этих оценок не должна удивлять читателя. В конечном счете этот важный вопрос должен быть решен экспериментально. К анализу экспериментальных возможностей мы теперь и переходим. Предварительно рассмотрим, какие расстояния между цивилизациями можно ожидать при различных предположениях о величине N_c .

Можно показать, что среднее расстояние d между цивилизациями равно:

$$d = d_0 \left(\frac{N}{N_c} \right)^{1/3}, \quad (2)$$

где d_0 — среднее расстояние между соседними звездами.

Полагая $d_0 = 7$ световых лет, получим значения d , приведенные в 3-м столбце табл. 1.

Таблица 1

Расстояние между цивилизациями в зависимости от числа цивилизаций в Галактике

$\frac{N}{N_c}$	N_c	d (в световых годах)	$\frac{N}{N_c}$	N_c	d (в световых годах)
10^2	10^9	32	10^3	10^5	700
10^3	10^8	70	10^7	10^4	1500
10^4	10^7	150	10^8	10^3	3200
10^5	10^6	320	10^9	10^2	7000

На основе этой таблицы и приведенных выше данных о возможном числе цивилизаций в Галактике можно заключить, что расстояние между цивилизациями не меньше нескольких сотен, а скорее даже больше тысячи световых лет.

2. ТИПЫ КОНТАКТОВ МЕЖДУ ЦИВИЛИЗАЦИЯМИ

Принципиально возможны следующие типы контактов между цивилизациями: а) непосредственные контакты или взаимные посещения; б) контакты по каналам связи; в) контакты смешанного типа, т. е. посылка в район изучаемой планетной системы автоматических устройств, производящих изучение этой системы по заданной программе, причем полученная информация может передаваться по каналам связи или храниться в памяти до возвращения. Следует сразу же подчеркнуть, что единственным практически осуществимым каналом связи, о котором можно серьезно говорить в настоящее время, — это связь при помощи электромагнитных волн, причем наиболее выгодный диапазон электромагнитных волн — область радиоволн. Таким образом, наряду с другими типами контактов мы должны обсудить возможность радиосвязи между цивилизациями. Радиосвязь может быть двусторонней (диалог между цивилизациями) и односторонней — передача информации другим цивилизациям.

Типы контактов зависят от расстояния между цивилизациями. При обсуждении этого вопроса следует иметь в виду, что в природе невозможно никакое сообщение со скоростью, превышающей скорость света. На малых расстояниях, скажем, меньше 100 световых лет, вероятно, возможны все три типа контактов. При больших расстояниях время установления контакта слишком велико, и это накладывает определенные ограничения на возможности связи.

Непосредственные контакты становятся возможными только при движении космических кораблей с околосветовыми скоростями. Течение времени на таком корабле существенно замедляется, так что космонавты за время своей жизни могут достигнуть самых отдаленных областей Вселенной. Например, по расчетам Сагана, полет к ближайшим звездам на корабле, который движется равномерно-ускоренно с ускорением $g = 10 \text{ м/сек}^2$ до половины пути, а затем начинает тормозиться с тем же ускорением, займет несколько лет; полет к центру Галактики — 21 год, к туманности Андромеды — 28 лет. Так как ускорение может в несколько раз превышать g , то и такое расстояние — не предел.

Полеты космических кораблей с околосветовыми скоростями сопряжены с огромными трудностями. Это связано с одной стороны, с проблемой энергетики двигателей для обеспечения околосветовой скорости, а с другой, с

Таблица 2

Типы контактов между цивилизациями

Расстояние между цивилизациями (в световых годах)	Возможные типы контактов
$d < 100$	Все возможные типы контактов
$100 < d < 1000$	1) односторонняя радиосвязь приобретает преобладающее значение; 2) двусторонняя радиосвязь сохраняется только для обсуждения самых важных, кардинальных вопросов; 3) роль взаимных посещений ослабевает
$1000 < d < t_c$	1) односторонняя радиосвязь; 2) непосредственные контакты возможны, но маловероятны; если они имеют место, то это скорее односторонние, а не взаимные посещения
$d < t_c$	Односторонняя радиосвязь

проблемой взаимодействия корабля с космической средой (межзвездная пыль и газ) при субсветовой скорости. Иногда высказывают мнение, что эти трудности непреодолимы и поэтому перелеты на межзвездные расстояния невозможны.

Мы не думаем, что такой категорический вывод неизбежен. Тем не менее возможности непосредственных контактов между цивилизациями при больших расстояниях ограничены. Дело в том, что замедление времени, о котором говорилось выше, относится только к собственному времени космического корабля. На материнской планете темп течения времени остается, конечно, прежним. Поэтому, когда космонавты возвратятся, например, из путешествия от Солнца к центру Галактики, пройдет около 60 000 лет. За это время пославшее их общество уйдет так далеко вперед в своем развитии, что полученная в экспедиции информация вряд ли будет представлять ценность. Ясно, что с увеличением расстояния между цивилизациями значение непосредственных контактов и их роль неизбежно ослабевают. Вряд ли можно говорить о контакте этого типа, когда время установления его (или расстояние d между цивилизациями, выраженное в световых годах) превышает время жизни цивилизаций t_c . То же самое относится к двусторонней радиосвязи.

Двусторонняя радиосвязь возможна между сравнительно близкими цивилизациями. Это не значит, что двусторонняя радиосвязь должна быть ограничена расстоянием, которое позволит завершить диалог при жизни одного поколения. В различных формах человеческой деятельности, и прежде всего в науке, можно привести многочисленные примеры, когда предпринимаются исследования, окончания которых могут дожидаться только последующие поколения. Эту мысль в применении к межзвездным полетам неоднократно подчеркивал Ф. Жолио-Кюри. Вместе с тем нельзя отрицать того, что при весьма значительных расстояниях (порядка миллиона световых лет и более) двусторонние контакты практически мало целесообразны, а при короткой шкале жизни цивилизаций они могут быть вообще невозможны. Уже при расстоянии свыше 100 световых лет ожидание ответа становится слишком длительным. Можно полагать, что в этом случае диалог между цивилизациями будет целесообразен только по вопросам исключительной важности, когда несколько сотен лет ожидания ответа можно считать оправданным. В этих случаях преобладающее значение начинает приобретать односторонняя радиосвязь.

Мы можем резюмировать эти соображения данными табл. 2.

На основании этой таблицы и приведенных выше данных о вероятных расстояниях между цивилизациями, можно заключить, что односторонняя радиосвязь имеет, по-видимому, преобладающее значение. При $d > t_c$, а возможно, на гораздо меньших расстояниях, она становится единственным средством связи между цивилизациями. Это не должно нас удивлять. Все широкопередаточные радиостанции земного шара, по существу, используют этот принцип, передавая одностороннюю информацию своим слушателям. Применение этого принципа к проблеме связи между цивилизациями кажется вполне естественным, тем более, что это позволяет существенно расширить сферу возможных контактов. Даже расстояние $d > t_c$ не является запрещенным для этого типа связи: можно принимать информацию от давно погибших цивилизаций, подобно тому как мы видим свет звезд далеких галактик, излученный много миллионов, а иногда и миллиардов лет назад. Не служит ли это средством обеспечения преемственности и безграничного развития Разума в масштабах Вселенной?

Говоря об относительной роли контактов различного типа, надо иметь в виду, что проблема межзвездных полетов для человечества может рассматриваться только в плане очень далекого поиска; между тем как современные радиотехнические средства позволяют уже сейчас регистрировать сигналы, посланные с межзвездных расстояний. Поэтому на современном этапе основное значение должна иметь радиосвязь.

3. РАДИОСВЯЗЬ МЕЖДУ ЦИВИЛИЗАЦИЯМИ

Задача связи состоит в том, чтобы получить сигнал, содержащий определенное количество информации. Этот полезный информативный сигнал обычно регистрируется вместе с неизбежными помехами, так называемыми шумами. Источники шумов весьма различны, а уровень их зачастую превышает уровень полезных сигналов. Техника связи успешно борется с шумами, но полностью освободиться от них невозможно. Неустраняемые шумы определяют предельно допустимую дальность связи. С увеличением расстояния полезный сигнал ослабевает; когда он достигает такой величины, что его уже невозможно выделить на фоне шума, дальнейшее увеличение дальности невозможно.

В проблеме связи между цивилизациями принципиально неустраняемый источник шума — космическое радиоизлучение. Интенсивность его падает с длиной волны. Чем меньше длина волны, тем меньше уровень шумов и тем большую дальность связи можно обеспечить при заданной мощности передатчика. Другой неустраняемый источник шума — квантовые флуктуации. Суть этого явления в том, что каждый квант электромагнитного излучения не может переносить больше одной единицы информации (на самом деле для передачи одной единицы информации требуется не один, а множество квантов). Чем больше длина волны, тем большее число квантов излучается передатчиком данной мощности за единицу времени, тем больше, следовательно, скорость передачи информации. Поэтому, если мы хотим передать возможно большее количество информации в единицу времени, следует использовать возможно более длинные волны — условие, прямо противоположное тому, которое вытекает из требования максимальной дальности связи. Ясно, что здесь необходимо принять какой-то компромисс. Исследования показывают, что если ставится задача обеспечить максимальную информативность при максимальной дальности связи, то наиболее выгоден диапазон частот $10^9 - 10^{11}$ гц — сантиметровые и дециметровые радиоволны (рис. 2).

Важнейший параметр для межзвездной связи — мощность передатчика. От нее зависят достижимая дальность связи, объем передаваемой информации, характер сигналов, а следовательно, и метод их обнаружения. На какую мощность передатчика можно рассчитывать при установлении радиосвязи с другими цивилизациями? Очевидно, это зависит от энергетического потенциала данной цивилизации. В настоя-

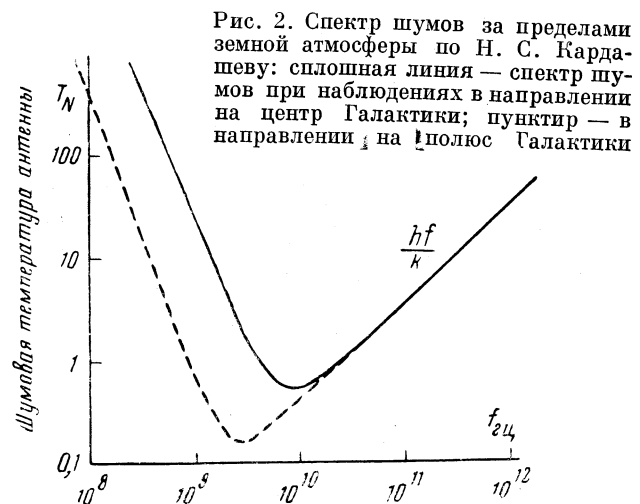


Рис. 2. Спектр шумов за пределами земной атмосферы по Н. С. Кардашеву: сплошная линия — спектр шумов при наблюдениях в направлении на центр Галактики; пунктир — в направлении на полюс Галактики

щее время человечество ежесекундно потребляет энергию порядка $4 \cdot 10^{19}$ эрг, причем энергопотребление постоянно растет. По данным статистики, за последние 100 лет ежегодный прирост энергопотребления по всему земному шару составляет приблизительно 3%. Если этот процесс будет продолжаться дальше, то через несколько тысячелетий энергопотребление достигнет поистине космической величины. Если даже предположить, что в дальнейшем ежегодный прирост составит только 1%, то уже через 3000 лет энергопотребление будет составлять $4 \cdot 10^{33}$ эрг/сек — это равно количеству энергии, ежесекундно излучаемой Солнцем, а через 6000 лет достигнет $4 \cdot 10^{45}$ эрг/сек, что равно энергии излучения всех звезд Галактики.

Поскольку мы допускаем существование множества цивилизаций и предполагаем, что каждая из них проходит определенный путь развития, постольку мы должны заключить, что существуют цивилизации различного уровня, в том числе значительно опередившие нашу. Н. С. Кардашев предлагает разделить все цивилизации на три типа по величине потребляемой энергии. К I типу он относит цивилизации, которые по техническому уровню развития сходны с нашей земной цивилизацией (ежесекундное энергопотребление в пределах $10^{19} - 10^{24}$ эрг/сек). Ко II типу — цивилизации с энергопотреблением порядка 10^{33} эрг/сек. Это цивилизации, полностью овладевшие энергией своей звезды (можно предполагать, например, что они создали вокруг своих звезд искусственные биосферы). Наконец, цивилизации III типа — с энергопотреблением порядка $10^{44} - 10^{45}$ эрг/сек. Это цивилизации, овладевшие энергетическими ресурсами в масштабе целой галактики.

4. РАДИОСВЯЗЬ МЕЖДУ ЦИВИЛИЗАЦИЯМИ ЗЕМНОГО ТИПА

Очевидно, мощность сигнала, который может непрерывно посылать цивилизация I типа, не превышает 10^{19} эрг/сек, или около 1 млрд. квт. По космическим масштабам это очень небольшая величина. Примерно такова же мощность радиоизлучения спокойного невозмущенного Солнца в дециметровом диапазоне. Естественный источник радиоизлучения с такой мощностью при современных радиотехнических средствах не может быть обнаружен даже на расстоянии ближайших звезд.

Но в отличие от естественных источников, которые излучают изотропно (т. е. одинаково по всем направлениям) и в широкой спектральной области, искусственные сигналы обладают двумя особенностями — направленностью и монохроматичностью, что позволяет обнаружить их на огромном расстоянии при сравнительно скромной мощности излучения. Так, передатчик мощностью 10 квт с полосой излучения 10 кГц при диаметре передающей антенны около 100 м может быть обнаружен современными средствами с расстояния, равного расстоянию до ближайших звезд. Расстояния между цивилизациями, по-видимому, значительно больше: они составляют, вероятно, не менее нескольких сотен, а возможно, и тысяч световых лет. Чтобы обеспечить такую дальность связи, требуется передатчик мощностью от 1 млн. до 1000 млн. квт.

Создание передатчика такой мощности — грандиозное предприятие. По подсчетам американского специалиста Хэндельсмэна, стоимость его оценивается в 200 млрд. долларов. И все же эта задача не является технически невыполнимой. Поэтому можно думать, что применение направленных монохроматических сигналов позволит осуществить радиосвязь между цивилизациями I типа. Монохроматические сигналы обладают еще одним важным преимуществом: их легко отличить от сигналов естественных, поскольку последние, как правило, обладают непрерывным спектром.

Первой попыткой обнаружить сигналы от внеземных цивилизаций был американский проект «Озма». Его идея принадлежит Коккони и Моррисону, которые предложили использовать для межзвездной связи частоту радиополосы водорода 1420 МГц (длина волны 21 см). Эта линия излучается холодными межзвездными облаками водорода — самого распространенного элемента Вселенной и служит очень эффективным средством изучения Галактики.

Любая цивилизация, достигшая такого уровня, при котором можно говорить о межзвезд-

ной связи, несомненно, знает о существовании линии 21 см. По идее Коккони и Моррисона, частота этой линии — созданный самой природой своеобразный эталон частот, поэтому естественно ожидать, что цивилизации, «не сговариваясь», выберут ее для установления связи.

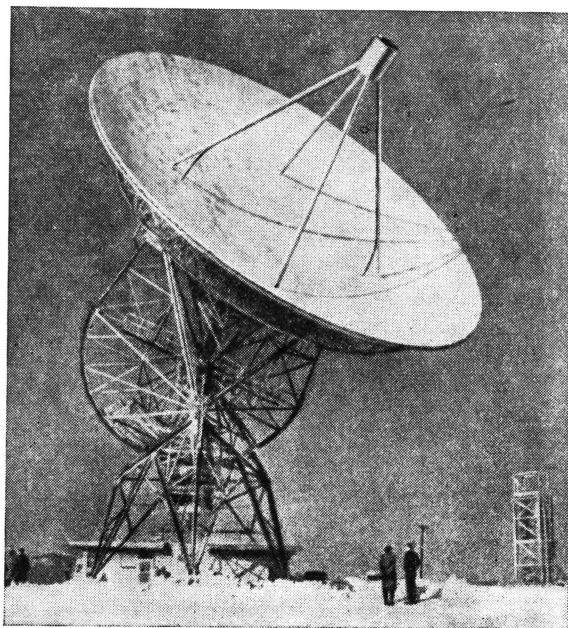


Рис. 3. 27-метровый радиотелескоп обсерватории Грин Бэнк

Работа Коккони и Моррисона появилась в печати в 1959 г., а спустя год в США на обсерватории Грин Бэнк под руководством Дрейка была создана соответствующая аппаратура и с помощью 27-метрового радиотелескопа начато прослушивание Космоса на волне 21 см. Проект был рассчитан на расстояние не более 16 световых лет. В сфере такого радиуса содержится только три звезды, около которых можно предполагать наличие разумной жизни: это т Кита, ε Эрида и ε Индейца. В течение нескольких месяцев радиотелескоп обсерватории Грин Бэнк был нацелен на «подозрительные» звезды (рис. 3). Однако никаких сигналов не обнаружено.

Неудача проекта «Озма» не должна обескураживать. Она до некоторой степени закономерна: этот первый проект межзвездной связи, конечно, не мог быть свободен от недостатков, которые неизбежны в таком новом деле и которые теперь более ясны, чем вначале. Прежде всего, расстояние между цивилизациями значительно больше, чем то, на которое был рассчитан проект «Озма». В настоящее время предполагается возобновить наблюдения по проек-

ту «Озма», используя радиотелескоп с диаметром зеркала 45 м.

Следует, однако, заметить, что блестящая идея Коккони и Моррисона об использовании частоты радиолинии водорода 21 см при внимательном рассмотрении оказывается небезупречной. Дело в том, что как раз в силу интенсивного излучения межзвездного водорода уровень помех на этой частоте будет очень велик, так что использование ее для связи становится невыгодным. Некоторым видоизменением этой идеи служит предложение искать сигналы вблизи линии 21 см, а также на частотах, кратных частоте линии 21 см. Так или иначе, необходимо производить поиск по частоте в широком диапазоне спектра.

Это очень сложная задача, так как в радиодиапазоне не существует методов анализа спектра. По существу, каждый приемник рассчитан на определенную частоту, и для исследования соседней области спектра надо строить другой приемник. Чтобы охватить весь оптимальный диапазон, академик В. А. Котельников предложил использовать многоканальный приемник, содержащий огромное количество узкополосных фильтров. Если на антенну такого приемника падает монохроматический сигнал частоты ν , он будет зарегистрирован в соответствующем канале, настроенном на данную частоту.

Не менее сложно найти направление на источник искусственных сигналов. Предположим, что расстояние до ближайшей цивилизации, посылающей радиосигналы в пространство, не превышает некоторую величину R . Тогда можно обнаружить эти сигналы, исследуя звезды, расположенные около Солнца в сфере радиуса R . Сколько же звезд придется исследовать таким способом? Пусть $R = 1000$ световых лет. В сфере такого радиуса содержится более 10 млн. звезд, а число тех, около которых можно подозревать наличие цивилизаций, не менее 100 000. Возникает сложная задача: выбрать из 10 млн. звезд несколько сотен тысяч таких, около которых можно подозревать наличие высокоразвитых цивилизаций.

Впрочем, мы можем обойтись и без предварительного отбора звезд, переложив эту задачу на передающую цивилизацию. В. А. Котельников предлагает следующую программу поисков. Рассмотрим две цивилизации A и B , расположенные на расстоянии R друг от друга. Цивилизация A ведет передачу, а цивилизация B работает на прием. Очевидно, цивилизации A заранее неизвестно, куда направить сигналы, поэтому она должна лучом своей антенны последовательно «обшарить» все небо. Пусть τ — длительность посылки сигнала в данном направлении, а ω — телесный угол антенны, тогда

для обхода всей небесной сферы требуется время

$$t_0 = \frac{4\pi}{\omega} \tau.$$

Допустим, что цивилизация B имеет систему неподвижных антенн, которые в совокупности своими лучами охватывают всю небесную сферу. Одна из них направлена на цивилизацию A . Приемник, связанный с этой антенной, регистрирует сигнал в момент, когда антенна цивилизации A окажется направленной на цивилизацию B . Эксперимент по обнаружению сигнала должен длиться в течение времени t , значительно превышающего t_0 , тогда за время проведения эксперимента сигнал будет зарегистрирован несколько раз через равные промежутки времени t_0 . Это позволит уверенно разделить его от случайных помех. Время обнаружения можно значительно сократить, если цивилизация A вместо обхода всего небесного свода выберет подходящие звезды, расположенные около нее в сфере радиуса R (среди которых должна быть, конечно, и цивилизация B), и будет посылать сигналы только в направлении этих звезд, быстро переводя антенну с одной звезды на другую.

На основании проведенных расчетов В. А. Котельников приходит к выводу, что обнаружение сигналов от цивилизаций нашего уровня вполне реально, если одна из них приходится на 10^6 звезд. Если одна цивилизация приходится на 10^7 звезд, то обнаружить ее значительно труднее, но при определенных усилиях все же возможно. Если же одна цивилизация приходится на 10^8 звезд, то обнаружить ее современными средствами крайне затруднительно.

Любопытно отметить такое обстоятельство. Дальность связи пропорциональна корню квадратному из времени посылки сигнала τ . Пока осуществляется поиск, τ увеличивать нецелесообразно, особенно при большом расстоянии между цивилизациями, так как в этом случае приходится облучать поочередно огромное количество звезд. Но если две цивилизации каким-то образом сумели обнаружить друг друга, то их антенны будут непрерывно направлены одна на другую. В этом случае τ может быть очень велико, и между цивилизациями при рассмотренных параметрах аппаратуры возможна радиосвязь на любых расстояниях в пределах Галактики.

Как часто встречаются цивилизации I типа? Можно полагать, что время, в течение которого цивилизация находится на этом уровне, порядка 10^3 лет (по истечении этого времени цивилизация должна развиваться настолько, что ее уже следует отнести по крайней мере ко второ-

му типу). Учитывая это, нетрудно получить, что в наиболее благоприятном случае одна цивилизация I типа приходится на 10^8 звезд. Эта оценка получена в предположении, что 6% всех звезд Галактики имеют пригодные для жизни планеты, причем на каждой из них жизнь рано или поздно с необходимостью возникает и в результате эволюции обязательно приводит к появлению разумных, мыслящих существ. Если мы примем другую крайнюю оценку, согласно которой доля звезд, имеющих планеты с пригодными для жизни условиями, равняется одной миллионной, и будем по-прежнему считать, что мыслящие существа возникают на всех пригодных для жизни планетах, то получим, что одна цивилизация I типа приходится на 10^{13} звезд, или на несколько десятков галактик. Ясно, что в этом случае невозможно говорить об установлении связи между ними.

5. ПРИЕМ ИНФОРМАЦИИ ОТ СВЕРХЦИВИЛИЗАЦИЙ

Совершенно другие перспективы открываются для связи с цивилизациями II и III типа, на что впервые обратил внимание Н. С. Кардашев. Во-первых, можно полагать, что такие цивилизации встречаются гораздо чаще, так как продолжительность времени, в течение которого они находятся на данном уровне развития, может быть значительно больше, чем для цивилизаций I типа. Но главное, конечно, не в этом.

Располагая мощностью порядка 10^{33} эрг/сек и более, такая сверхцивилизация может позволить себе роскошь послать изотропных широкополосных сигналов, обеспечивая даже при этих условиях колоссальную дальность передачи от 10 млн. до 10 млрд. световых лет. Это значит, что если где-нибудь в нашей Галактике или даже в других галактиках (в пределах 10 млн. световых лет) существует хотя бы одна цивилизация II типа, то мы уже сейчас, при современном уровне техники способны обнаружить посылаемые ею сигналы. Что касается цивилизаций III типа, то их можно обнаружить всюду в пределах наблюдаемой области Вселенной!

По сравнению с этими цифрами расстояния, в пределах которых возможна радиосвязь между цивилизациями I типа, кажутся весьма скромными. Но даже в этих ограниченных пределах цивилизации I типа могут осуществлять связь только при использовании узкополосных, монохроматических сигналов. Для цивилизаций II и III типа это условие совершенно не обязательно. Приведенные дальности достижимы при использовании полосы частот порядка 10^8 —

10^9 гц. Это очень важное обстоятельство, так как скорость передачи информации пропорциональна полосе частот используемого канала связи. В рассмотренном примере В. А. Котельникова, когда связь между цивилизациями I типа ведется в пределах всей Галактики, скорость передачи информации составляет 1 двоичный знак в минуту. Этой скорости достаточно, чтобы сообщить информацию об искусственном ха-

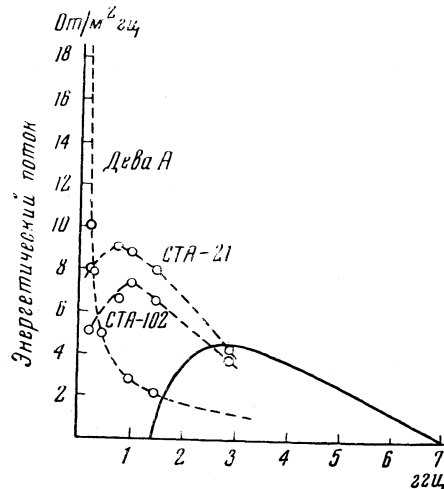


Рис. 4. Спектры некоторых источников радиоизлучения: сплошная линия — ожидаемый спектр искусственного источника по Н. С. Кардашеву; рядом спектр типичного естественного источника Дева-А и спектры пекулярных источников СТА-21 и СТА-102. Последние похожи на спектр искусственного источника. Смещение по частоте может быть обусловлено эффектом Доплера в спектрах галактик (красное смещение)

рактере передаваемых сигналов, но для передачи научных знаний она все же мала: потребуются около 2 лет, чтобы передать с такой скоростью содержание только одного тома энциклопедии. При полосе порядка 10^9 гц для этого потребуется тысячная доля секунды, а за 100 секунд можно передать информацию, содержащуюся в 100 000 крупных книг, в которых, вероятно, можно было бы изложить всю сумму знаний, накопленных человечеством!

Представим себе такую картину. Цивилизация II или III типа непрерывно посылает сигналы по всем направлениям. Информация передается по определенной программе. Время, необходимое для передачи программы, благодаря большой скорости передачи информации, невелико, и по окончании этого времени программа повторяется вновь и вновь. Где бы в пределах сферы действия передатчика ни находился предполагаемый абонент (цивилизация B),

он рано или поздно, достигнув определенного уровня, сумеет обнаружить эти сигналы, расшифрует их и начнет прием ценнейшей информации от более развитой цивилизации.

Сколько лет пройдет с момента отправки до момента приема сигналов? Быть может, пославшая их цивилизация уже перестанет существовать. Но накопленный ею опыт и знания не погибнут, они станут достоянием других цивилизаций. Это поможет им преодолеть много трудностей, избежать многих ошибок и будет способствовать их быстрому развитию. Скоро и эти цивилизации смогут посылать сигналы в пространство, передавая знания, полученные ими когда-то и обогащенные собственным опытом.

Как же обнаружить сигналы от таких сверхцивилизаций? При полосе излучения порядка 10^9 *гц* искусственный сигнал по своим характеристикам очень напоминает естественные радиоизлучения, которые тоже излучают в широкой области спектра (рис. 4). Поэтому необходимо установить, чем должен отличаться искусственный сигнал от естественного. Ведь, прежде чем пытаться получить информацию путем расшифровки полученных сигналов, мы должны убедиться, что имеем дело с искусственным источником, должны суметь выделить его из множества естественных.

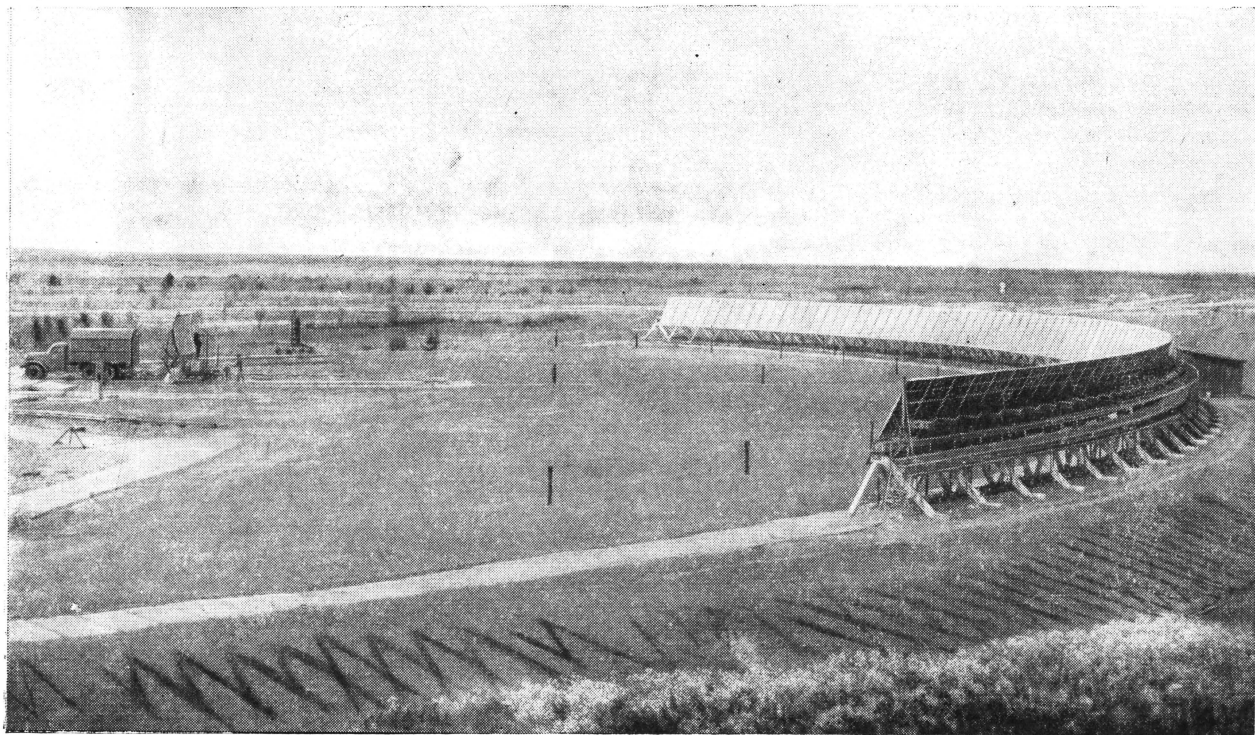
Н. С. Кардашев указал на несколько таких отличительных признаков, которым должен удовлетворять искусственный источник радиоизлучения (предельно малые угловые размеры, характерное спектральное распределение мощности, особенности излучения вблизи линии 21 *см*, круговая поляризация и, конечно, закономерные изменения характеристик источника со временем — своего рода позывные).

Не все из этих признаков совершенно обязательны. Ученые работают над их уточнением и разработкой новых, более строгих критериев.

Таким образом, помимо исследования ближайших звезд, намечается еще один путь для поисков сигналов от внеземных цивилизаций — детальное изучение источников космического радиоизлучения с тем, чтобы отобрать среди них возможные искусственные в соответствии с их ожидаемыми свойствами. Этот путь близко смыкается с актуальными задачами радиоастрономии (рис. 5).

Уровень современной науки и техники позволяет вести активные исследования в обоих направлениях. Невозможно предсказать, как скоро ученые добьются успеха. Быть может, потребуются десятки лет напряженной, кропотливой работы, но рано или поздно успех должен прийти.

Рис. 5. Радиотелескоп Пулковской обсерватории. При помощи этого инструмента исследовались некоторые пекулярные источники радиоизлучения, подозреваемые в качестве искусственных





ЗЕМНЫЕ СУТКИ УВЕЛИЧИВАЮТСЯ

Чтобы учесть постепенное ничтожное увеличение продолжительности суток, связанное с замедлением вращения Земли вокруг оси, часы Национального бюро стандартов США 1 апреля 1964 г. были переведены назад на 100 миллисекунд. Последний раз аналогичная операция производилась в 1963 г. Если бы темпы замедления сохранились, Земля прекратила бы вращение через 100 миллионов лет. Причина замедления известна — это трение вещества в приливных волнах в океанах и твердом теле Земли. Приливные силы прекратили в свое время вращение более легкой Луны.

ГАММА-ФОТОНЫ В АСТРОНОМИИ

С изучением космических лучей связана интересная астрономическая проблема. Дело в том, что расположение источников космического излучения в мировом пространстве точно не известно. Луч света, приходящий на Землю от какой-либо звезды, всегда указывает нам направление на это небесное светило. Другое дело — частицы космического излучения. Во время межзвездных скитаний они давным-давно утратили свое первоначальное направление. В результате этого к Земле со всех сторон приходит примерно одинаковое количество космических лучей. Вот если бы в космических лучах присутствовали частицы, не имеющие электрического заряда, то они свободно проходили бы сквозь межзвездные магнитные поля и могли сохранить начальное направление своего движения. Теория говорит, что подобные частицы в составе космических лучей должны быть. Это — так называемые гамма-фотоны — своеобразные порции электромагнитного излучения. Однако с помощью «наземных» средств наблюдения гам-

ма-фотоны космического излучения обнаружить не удастся.

Можно надеяться, что специальные физические установки на будущих искусственных спутниках Земли и космических кораблях помогут решить эту задачу, что означало бы рождение нового метода изучения Вселенной — гамма-астрономии.

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ВЕНЕРЫ

Магнитометры и датчики заряженных частиц, которые были установлены на космическом зонде «Маринер II», должны были дать сведения о магнитном поле Венеры. Зонд прошел на расстоянии 41 000 км от центра планеты. Приборы могли бы измерить напряженность магнитного поля планеты и изучить ее радиационные пояса, если они существуют.

Однако ожидаемые эффекты не были зарегистрированы. Анализ полученных данных показал, что Венера либо лишена магнитного поля, либо оно очень слабо: его величина, вероятно, не превышает 5—10% от напряженности магнитного поля на поверхности Земли.

Интересно отметить, что скорость вращения Венеры, как и Луны, значительно меньше, чем скорость вращения Земли. Магнитное же поле Луны, как показал полет советского «Лунника-2», также чрезвычайно слабо. В то же время магнитное поле Юпитера, скорость вращения которого значительно превышает земную, весьма велико. Эти факты могут служить подтверждением теории, согласно которой возникновение магнитных полей планет связано с их вращением и возникающими вследствие этого движениями вещества в их ядрах.

КАК БЫЛО ОТКРЫТО НЕЙТРИНО

Удивительная частица «нейтрино» была открыта сперва теоретически.

Изучая процессы так называемого радиоактивного бета-распада, физики обнаружили, что нейтрон может самопроизвольно распадаться на протон и электрон. Однако при этом обнаружилось явное несоответствие с законом сохранения энергии. Измерение энергии вылетающего электрона каждый раз давало новые результаты, а в ряде случаев общей энергии продуктов реакции явно не хватало.

Куда же могла исчезать энергия?

Ответ на этот вопрос дал известный швейцарский физик В. Паули. Закон сохранения энергии, рассуждал ученый, не может не выполняться. Значит, недостающую энергию уносит с собой какой-то материальный носитель — неизвестная нам частица. Но неизвестная частица неуловима, ее никак не удастся обнаружить. Следовательно, она чрезвычайно мала и не имеет электрического заряда. В связи с этим знаменитый итальянский физик Энрико Ферми предложил назвать новую частицу «нейтрино», что означает и «маленький» и одновременно «нейтральный».

Лишь много лет спустя физикам удалось, наконец, поймать неуловимую частицу.

ПРОГНОЗ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Сейсмологи США предложили создать систему предупреждений о предстоящих землетрясениях путем установки геофонов на глубине 300—700 м в районах, где имеются разрывы в земной коре. Стоимость аппаратуры около 300 000 долларов. Кроме того, предлагается использовать лазерную технику для точного измерения ширины сброса и для того чтобы обнаруживать накопление напряжений, приводящих к землетрясениям. В будущем предполагается разработать для прогноза землетрясений систему, состоящую из геофонов, лазеров, стрейн-сейсмографов и магнитометров. Предполагается, что вариации магнитного поля Земли, наблюдаемые в районах перенапряжения, могут быть индикаторами предстоящих землетрясений.



Могут ли наблюдения Солнца осуществляться в ночное время, когда наше светило находится под горизонтом?

(Ответ на стр. 47)

ТРАССЫ ЛУННЫХ КОРАБЛЕЙ

В. И. ЛЕВАНТОВСКИЙ

Для проблемы полета человека на Луну основное значение имеют вопросы, связанные с ракетодинамикой и механикой. Они определяют уровень энергетических затрат, а в конечном счете и стоимость экспедиции.

Законы космической баллистики одинаковы, разумеется, как для полетов на Луну автоматических исследовательских станций, так и для полетов пилотируемых кораблей с экипажами. Для достижения Луны в обоих случаях прежде всего нужно, чтобы ракета-носитель разогнала космический корабль до скорости, близкой к параболической (второй космической) — 11 км/сек на высоте 200 км над Землей.

Более внимательное рассмотрение проблемы обнаруживает, однако, некоторые существенные особенности полета корабля с экипажем. В этом случае оказывается нецелесообразным выбирать траектории из числа так называемых траекторий попадания в Луну. Диктуется это главным образом соображениями безопасности. В самом деле, предположим, что в полете уже вблизи Луны выяснилось, что безопасная посадка по той или иной причине неосуществима. Тогда, начав полет по траектории попадания, корабль не может миновать Луну и вернуться на Землю. Придется затратить громадное количество топлива, чтобы затормозить падение на Луну, немедленно набрать скорость в противоположном направлении и произвести сложное маневрирование для выхода на траекторию, ведущую к Земле. Успех этой операции сомнителен. Ну, а что делать, если торможение вовсе невозможно, например, из-за того, что удар метеорита вывел из строя двигательную установку?

Шансы на спасение космонавтов резко возрастают, если будет выбрана траектория полета, проходящая вблизи поверхности Луны, но не пересекающая ее и рассчитанная так, чтобы в случае опасности корабль, обогнув Луну, вернулся к Земле под действием сил тяготения. При этом, правда, понадобится коррекция (исправление) траектории для точного входа в земную атмосферу, но такое исправление потребует очень небольших затрат топлива.

Траектория полета космического аппарата относительно Луны внутри ее сферы действия

всегда представляет собой гиперболу. Поэтому аппарат должен неизбежно покинуть сферу действия Луны. Чтобы этого не произошло, нужно в вершине *A* гиперболической траектории *1* (рис. 1) включить тормозную двигательную установку. Тогда, уменьшив скорость, корабль перейдет на эллиптическую или круговую «орбиту ожидания» *2*. После некоторого времени свободного движения по этой орбите, необходимого космонавтам для уточнения места посадки, вновь на короткое мгновение включится тормозная двигательная установка, и корабль в точке *B* перейдет на эллиптическую траекторию снижения *3*. На конечном участке этой траектории, вблизи места посадки *C*, снова применяется ракетное торможение и совершается мягкая посадка. В случае аварийной ситуации такой метод посадки на Луну дает возможность вернуться с орбиты ожидания *2* на Землю или с траектории *3* на старую или новую орбиту ожидания.

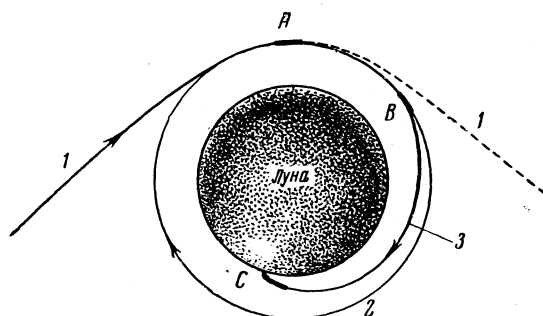


Рис. 1. Схема посадки на Луну пилотируемого корабля с выходом на промежуточную орбиту. (Утолщенные отрезки траектории — активные участки)

Важно отметить, что для торможения в точках *A*, *B*, *C* требуется не больше топлива, чем для одновременного торможения, в случае полета по траектории попадания. Просто та же скорость сближения с Луной гасится по частям. Расход топлива даже несколько меньше из-за того, что пологое торможение при выходе на орбиту ожидания сопровождается минимальными гравитационными потерями.

Главное, что отличает экспедицию на Луну от посадки на нее автоматической станции, это необходимость обязательного возвращения корабля на Землю.

Возвращение начинается стартом с поверхности Луны. Для достижения Земли космическому кораблю надо набрать скорость $2,5 \text{ км/сек}$. Если селенографическое положение места старта не благоприятствует непосредственному выходу на траекторию полета к Земле, то космический корабль предварительно выводится на низкую окололунную орбиту, а затем в определенной точке орбитальная скорость дополнительным импульсом доводится до необходимого значения. Из-за отсутствия у Луны атмосферы старт с ее поверхности с самого начала может производиться совершенно полого, что снижает до минимума гравитационные потери (на Земле старт совершается вертикально).

Полет от Луны до Земли при минимальной скорости старта продолжается пять суток; при скорости 3 км/сек — двое суток.

Вход в атмосферу Земли происходит со скоростью около 11 км/сек . При этом желательно, чтобы вся эта скорость гасилась сопротивлением атмосферы без какого-либо ракетного торможения. Траектория возвращения рассчитывается так, чтобы вход в атмосферу был достаточно пологим. При крутом входе возникнут губительные для космонавтов перегрузки, так как торможение окажется чересчур быстрым. В то же время вход в атмосферу не может происходить и слишком высоко над Землей: разреженная среда вовсе не задержит космический корабль и он вырвется в заатмосферное пространство.

Чтобы удовлетворить обоим требованиям, космический корабль должен войти в узкий коридор (рис. 2), нижняя граница которого отделяет траектории недопустимых перегрузок, а верхняя — «сквозные» траектории, не приводящие к снижению. Если считать максимально допустимыми перегрузки, в десять раз превосходящие нормальную тяжесть, то ширина коридора, согласно расчетам Чепмена (США), составит 10 км . Вход в этот коридор, по-видимому, потребует обязательной коррекции где-нибудь на расстоянии $200\,000 - 300\,000 \text{ км}$ от Земли. В будущем, когда станет возможным спуск на Землю не в «баллистическом» режиме, а при помощи космического планера, ширина коридора входа возрастет в несколько раз.

Все сказанное говорит о немалых трудностях организации экспедиции на Луну. Но главная трудность носит энергетический характер.

Расход энергии на всю экспедицию определяется суммарной характеристической скоростью, которая равна арифметической сумме

идеальных (характеристических) скоростей на различных активных участках экспедиции¹. Если считать, что скорость, которую приобретает космический корабль при выведении его на траекторию полета к Луне, будет 11 км/сек ,

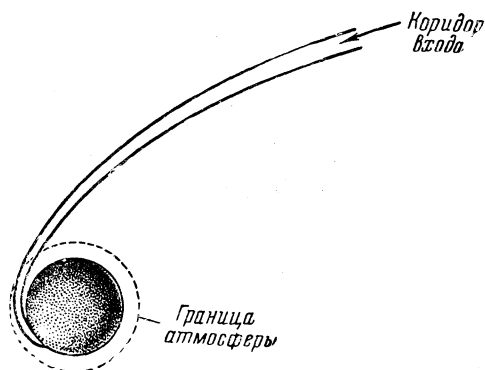


Рис. 2. Коридор входа в атмосферу

скорость, погашенная при посадке на Луну, $2,5 \text{ км/сек}$, скорость старта к Земле — $2,5 \text{ км/сек}$, если, далее, учесть гравитационные и аэродинамические потери при старте с Земли, потери при спуске на Луну и при старте с Луны, а также учесть дополнительные скорости при коррекциях траекторий полета на Луну и обратно, то суммарная характеристическая скорость составит примерно $19 - 20 \text{ км/сек}$. Именно эта величина, с точки зрения ракетодинамики, есть главная характеристика предпринимаемой экспедиции. Вместе с величиной полезной нагрузки (общая масса кабины, членов экипажа, научного оборудования, запасов продовольствия, воды, кислорода и т. д.), которая должна составлять, по расчетам некоторых зарубежных специалистов, $5 - 15 \text{ т}$, она определяет при данном уровне развития ракетной техники стартовый вес ракеты-носителя. Чем больше стартовый вес, тем труднее осуществить экспедицию.

Формулы теории многоступенчатых ракет позволяют вычислить стартовый вес ракеты-носителя при определенных предположениях о числе ступеней, о скорости истечения для каждой ступени, о совершенстве конструкции ступени. Расчеты показывают, что стартовый вес ракеты-носителя должен составлять несколько тысяч тонн. Например, по американскому проекту «Нова» пятиступенчатая лунная ракета-носитель должна обладать весом около 5000 т .

¹ Идеальной называется воображаемая скорость, которую приобрела бы ракета, если бы во время работы двигателя на нее не действовали ни силы притяжения, ни силы сопротивления.

Для сравнения заметим, что американская ракета-носитель «Сатурн-1», которая способна вывести на низкую околоземную орбиту полезную нагрузку 11 т, имеет стартовый вес 560 т.

Постройка столь огромных ракет вызывает большие инженерные трудности. Дело не только в размерах самих ракет, но и в необходимости постройки огромных наземных стартовых башен, в трудностях транспортировки к месту старта отдельных ступеней, в не совсем еще ясном поведении колоссальных количеств топлива в баках во время старта. Уже давно был предложен иной вариант экспедиции, позволяющий преодолеть эти трудности. При помощи нескольких ракет-носителей на одну и ту же околоземную орбиту выводятся отдельные части будущего космического корабля и топливо. После их встречи на орбите монтажники осуществляют сборку корабля, и на его борт прибывает экипаж. Затем корабль стартует с орбиты в определенной ее точке и выходит на траекторию полета к Луне. Для этого к орбитальной скорости около 8 км/сек понадобится добавить лишь скорость порядка 3 км/сек.

Подобные соображения легли в основу еще недавно рассматривавшегося в США проекта полета на Луну с использованием двух ракет «Сатурн-5», каждая со стартовой массой 2700 т (вдвое меньше ракеты «Нова»). Одна из ракет по этому проекту должна вывести на орбиту спутника Земли кабину космического корабля «Аполло», а другая — присоединить к нему двигательную установку с запасом топлива для старта с орбиты, посадки на Луну и взлета с нее при возвращении. Общая масса космического корабля вместе с топливом перед стартом с орбиты должна была составить примерно 90 т.

Важно иметь в виду, что основная суть второго варианта экспедиции на Луну заключается не в самом старте с околоземной орбиты, который обычно бывает необходимым и при беспилотном полете к Луне для преодоления неудобств географического расположения космодрома, а во встрече на орбите и сборке на ней лунного корабля. Следует подчеркнуть, что метод сборки на околоземной орбите не приводит к уменьшению энергетических затрат на всю экспедицию, а потому в принципе и не уменьшает ее стоимости. Вместо одной тяжелой ракеты-носителя используются две или несколько легких. Общий вес всех ракет-носителей при полете типа «Земля — сборка на околоземной орбите — Луна — Земля» остается примерно тем же, что и вес одной ракеты-носителя в первом варианте прямого перелета типа «Земля — Луна — Земля».

Одну тяжелую ракету можно было бы «разбить» на две легкие и иным способом, посплав,

например, на Луну при помощи одной ракеты корабль с экипажем, а другой — грузовой корабль с топливом на обратный путь. Возможен также и комбинированный метод, когда с околоземной орбиты улетают к Луне два собранных на орбите корабля — пассажирский и грузовой (известный проект Брауна 1953 г.). Все эти способы, очевидно, также не дают выигрыша в общем начальном весе всех ракет-носителей.

Следует еще иметь в виду, что одна большая ракета-носитель, вообще говоря, дешевле двух ракет вдвое меньшего веса. Дело в том, что такие дорогостоящие элементы, входящие в состав каждой ракеты, как система управления, навигационная аппаратура, обладают примерно одинаковой массой и для большой и для малой ракеты. Поэтому, если исключить трудности инженерного характера, постройка крупных ракет выгоднее постройки малых. Вдобавок надежность космической операции тем меньше, чем больше ракет в ней участвует.

Существует, однако, способ уменьшить общую массу, которую нужно оторвать от Земли и направить к Луне. Для этого нужно, чтобы на окололунной орбите ожидания было оставлено то, что не понадобится на Луне и будет подобрано на обратном пути при возвращении на Землю. Оставленную массу тогда не понадобится «мягко» опускать на Луну и потом поднимать с нее. Это экономит много топлива на торможение при спуске и на старт с Луны, а следовательно, сэкономится во много раз больше топлива при старте с Земли. В результате резко уменьшится вес ракеты-носителя перед стартом с Земли, а значит, и сильно снизится стоимость всей экспедиции.

По американскому проекту в 1969—1970 гг. на Луну должна быть отправлена экспедиция из трех человек. Одна ракета «Сатурн-5» со стартовой массой 2700 т выводит на траекторию полета к Луне (с использованием промежуточной орбиты) космический корабль «Аполло» массой 40 т. Корабль состоит из отсека экипажа, отсека с двигательной установкой и топливом и специального посадочного аппарата с собственным двигателем и топливом.

На пути к Луне при помощи двигательной установки второго отсека производится коррекция траектории и та же установка используется для выхода корабля на орбиту 1 спутника Луны, расположенную на высоте 160 км (рис. 3). Здесь два космонавта переходят в посадочный аппарат, который отделяется от основной части корабля и с помощью собственного двигателя переходит в точке А на эллиптическую орбиту 2 с ближайшей к Луне точкой В на высоте 16 км и наиболее удаленной точкой С на высоте 300 км.

Двигаясь по орбите 2, космонавты уточняют место посадки, которое выбирается вблизи точки В.

Если почему-либо посадка оказывается невозможной, то космонавты догоняют по траектории 3 основной корабль или встречают его в

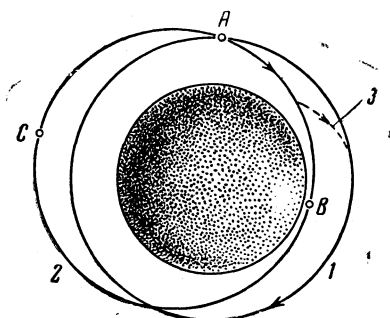


Рис. 3. Схема высадки на Луну с операциями на окололунной орбите по американскому проекту «Аполло»

точке А и здесь выравнивают по величине и направлению скорость посадочного аппарата к скорости корабля, переходят в него и на нем возвращаются на Землю. Встреча в точке А неизбежна, так как орбита 2 выбирается с таким расчетом, чтобы период обращения по ней равнялся периоду обращения по орбите 1 (2 часа).

После окончания научных исследований два космонавта в посадочном аппарате перелетают на орбиту 2 (на Луне остаются посадочное шасси, игравшее роль стартовой площадки, и пустые топливные баки), переходят в корабль, где все время оставался один член экипажа, и, оставив посадочный аппарат навсегда на орбите 1, стартуют (уже вдвоем) к Земле, используя для этого двигательный отсек.

Следует отметить, что встреча на окололунной орбите вследствие удаленности от Земли представляет собой весьма рискованное предприятие. Встреча на околоземной орбите также таит не мало опасностей, хотя и легче. С точки зрения управления полетом менее сложен простой перелет «Земля — Луна — Земля». Вероятно, он и будет использоваться в будущем, когда уровень энергетики двигательных систем возрастет.

Что касается затрат на организацию экспедиций, то они резко снизятся, когда удастся спасти на парашютах отбрасываемые нижние ступени ракет-носителей и даже спускать на Землю ступени, выводящие корабли на околоземную орбиту. Все эти ступени можно будет использовать много раз для последующих запусков.

(К стр. 16)

Так как плоскость экватора Урана наклонена на 98° к плоскости его орбиты (планета движется, как бы лежа на боку), то мы наблюдали бы, как Солнце в полдень день за днем удаляется от зенита до горизонта к северу или к югу. Начнем с того дня, когда Солнце взойдет в точке «восток», в полдень пройдет через зенит и зайдет в точке «запад». В течение последующей четверти года (а она равна 21 земному году) точки восхода и захода Солнца будут смещаться к югу, и Солнце в полдень будет отстоять все дальше и дальше от зенита. Наконец, в полдень Солнце окажется на горизонте в точке «юг», с которой совпадут точки восхода и захода.

В течение следующей четверти года точки восхода и захода будут удаляться в разные стороны от точки «юг», а Солнце при верхней кульминации будет постепенно приближаться к зениту и пройдет его. В последующие полгода повторится то же самое, но только к северу от зенита. День продолжительностью 5 час. 24 мин. всегда будет равен ночи.

Находясь вблизи полюса Урана, можно было бы наблюдать, как Солнце взойдет и начнет описывать спирали над горизонтом. На протяжении четверти уранового года оно ежедневно (не заходя) будет подниматься все выше и выше, пока не достигнет зенита. Следующие четверть года Солнце по спирали начнет приближаться к горизонту. Через полгода Солнце зайдет, и на данном полюсе наступит полярная ночь, которая будет длиться 42 земных года.

При решении задачи для упрощения наклон плоскости экватора к плоскости орбиты принят равным 90° .

(К стр. 17)

Солнце перемещается с востока на запад (годовое движение Солнца не учитывается) примерно на 15° градусов в час. И от восхода до захода оно находится над горизонтом 12 час. 18 мин. (для наблюдателя, находящегося на экваторе планеты или на другой широте во время весеннего или осеннего равноденствий), т. е. на 18 мин. больше, чем на Земле.

Деймос отстаёт от вращающейся планеты на 3 градуса в час. С Марса можно наблюдать медленное перемещение его среди звезд с востока на запад каждый час на 3 градуса. Вследствие этого от восхода до захода Деймос находится над горизонтом 65 час.

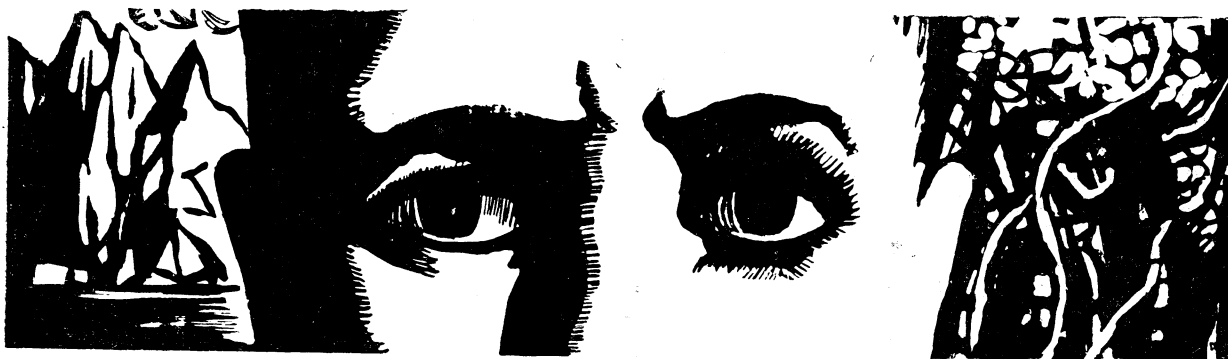
А вот Фобос, который движется быстрее, чем вращается сам Марс, будет обгонять планету. За 1 час он перемещается на 33° градуса. Но его движение на фоне звезд происходит с запада на восток, т. е. он восходит на западе, движется навстречу всем светилам и через 5,5 часа заходит на востоке.

Это, кстати, единственный случай, известный в астрономии, когда естественный спутник обращается быстрее, чем вращается сама планета.

ЧЕЛОВЕК И ЗЕМЛЯ

Н. В. ШЕБАЛИН,

кандидат физико-математических наук



КРУГОЗОР

В широко раскрытых глазах ребенка — восторг и страх. Он впервые сам ступил за порог и увидел желтый обрыв реки, цветущий луг и белую пену облаков. Его мир сразу стал в сотни, тысячи раз больше и богаче. Но как еще, в сущности, ограничен этот мир! Пройдут годы, пока малыш поймет, что за дальним лесом есть еще поле, холмы, опять поля и леса, а дальше — море и вершины высочайших гор. Подрастая, ребенок как бы повторит путь, который за сотни тысяч лет прошло человечество. На самой заре сознания мир человека — его пещера и ближайшие охотничьи угодья. Событие и подвиг — переплыть на вертком бревне невесть куда, в неизведанный край, на другой берег речки, которую мы сейчас зовем Донцом или Клязьмой ... Безгранична отвага древних переселенцев в Полинезию или Америку, ведь никакого представления о том, что такое наша Земля, они иметь не могли.

Всегда человека больше всего впечатляло то, что было непосредственно доступно ему. Тысячелетия скитаний, века древних разобщенных цивилизаций, века путешествий и географических открытий должны были пройти, пока человек привык к мысли о форме и размерах Земли.

И даже ученый, человек пытливого ума, встречавший на своем пути географические рубежи, непохожие климатические зоны — пу-

стыни, горы, леса, моря — веками не мог прийти к мысли о том, что все эти зоны существуют на поверхности Земли не независимо, а связаны единой цепью процессов в недрах Земли, океанах и атмосфере. Следствием было то, что ранняя геофизика развивалась большей частью «на пяточке». Каждая станция, каждая геофизическая обсерватория изучала «свой» недра, «свой» климат, «свое» небо. Новые представления очень медленно и постепенно проникали в науку о Земле. Многими десятилетиями копились факты, и лишь тогда становилось ясным, что громадные океанические течения переносят тепло на тысячи километров и обогревают большие территории; что погодой в Европе управляют движения воздушных масс в Арктике; что землетрясения — это один из отголосков протяженных и затрагивающих глубокие недра Земли тектонических процессов; что появление группы солнечных пятен, магнитная буря и нарушения радиосвязи — явления, тесно связанные одно с другим.

Торжеством нового, планетарного подхода к изучению процессов в земных оболочках был Международный геофизический год. О нем написано много книг и статей, но нам сейчас важно одно: успех этого крупнейшего в истории международного научного мероприятия показал, что новые кардинальные успехи в науках о Земле могут быть достигнуты лишь на основе согласованных международных наблюдений, охватывающих всю Землю. Какой бы объект ни

попадал ныне в поле зрения геофизиков, он уже не мог изучаться в отрыве от подобных работ по всей планете.

Ледники? Да! Сейчас важнее всего установить, какую тенденцию имеет в целом современное оледенение. Поэтому будет и дальше изучаться вещественный баланс Антарктиды, поэтому сотни ледников мира — от Новой Земли до Килиманджаро, от Гималаев до Канады — должны будут сотнями разных голосов сказать о себе: хиреют ли они или наполняются новыми запасами льда.

Атмосфера? Да! Уже не о раздельной циркуляции воздуха в северном и южном полушарии говорят ученые, но о едином процессе, захватывающем всю атмосферу в целом.

Геотермика? Здесь больше, чем где бы то ни было, нужны результаты по всей планете, чтобы случайные отклонения отдельных редких измерений не исказили важных сведений об энергетическом балансе земных недр, о направленности их остывания или разогрева.

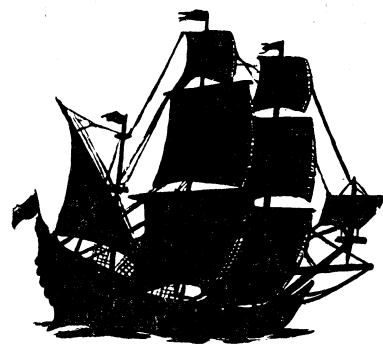
Сверхглубокое бурение? Проектируя этот наиболее передовой в изучении твердой Земли эксперимент, ученые думают и о том, чтобы, захватывая районы бурения геофизическими наблюдениями вдоль тысячекилометровых профилей, привязать данные скважин к своим данным и распространить их на большие пространства Земли.

Так обстоит дело в любой из многочисленных отраслей наук о Земле. Но чем же определяется сейчас бурное развитие геофизики?

СТИМУЛЫ

Благородное слово «стимул» в древней Греции означало попросту хлыст, палку, чтобы погонять ленивую упряжку. Далеко не одно «врожденное любопытство приматов» влекло ум и действия первобытного человека за пределы известного ему мира — заставляла суровая необходимость. И если кое-кто из соратников Колумба стремился за океан ради прекрасной мечты, то уж совсем не ради этой мечты испанские короли давали каравеллы и деньги сомнительным проходимцам.

Драгоценные металлы, пряности, редкие сорта дерева и тканей, меха, оружие, рабы — вот что служило приманкой, вело корабли, боевые отряды и караваны великих землепроходцев. Взамен человечество получило великое всеземное торговое, политическое и культурное общение и, распространившись по всей поверхности планеты, узнало ее целиком. Вся Земля — от ледяных плоскогорий Антарктиды до торосов Северного полюса, до зеленых благодатных долин экваториальной Африки, до



буйных лесов Амазонки и чудовищных горных массивов Центральной Азии — поверхность всей планеты готова сейчас служить интересам человека.

Готова. Но готовы ли мы? Даже хозяйство старых, обжитых стран — это не уютное и ровное тепло оранжерей. В чем причина засух и мора и невесть откуда налетающих снежных бурь? Долго, веками вылущивались из темных верований древних магов рациональные зерна представлений о смене времен года, о вращении и движении Земли.

По счастью (да и по необходимости!) лучшие умы человечества, отдавая должное гороскопам, а потом законам движения планет, не менее внимательно изучали и «ближнее» небо: вели записи температуры, учет осадков, направления и силы ветра. Медные флюгера на шпилях средневековых городов — это не украшения: хороший ветер говорил о косяках рыбы, о благодатном дожде для полей, плохой — угрожал прорвать прибрежные валы или грозил засухой. В скрипе вертящихся на башнях петушков рождалась метеорология. Моряки постигали законы бриза, пассатов и муссонов — этих самых «геофизических» ветров, вызванных разностью температур суши и моря и вращением Земли.

Забираясь в высокие широты, к Шпицбергену, моряки видели, что магнитная стрелка устремляет свое острие уже не на север, а куда-то в сторону. А зимние сполохи полярных сияний и вовсе сбивали конец стрелки, заставляя ее беспорядочно метаться по лимбу. Это было зарей науки о земном магнетизме, связывающей невидимыми дугами магнитных силовых линий медленные процессы в недрах Земли и невообразимо быстрые вихри заряженных частиц высоко над ее поверхностью.

Постигая пути морских течений — холодных, богатых кислородом, и теплых, пришедших от экватора, описывая мели и рифы, изучая причуды приливов, рыбаки и мореходы закладывали основы океанографии.

Глубокие шахты и штольни, пробитые в поисках руд и драгоценных металлов, нехватка леса для топок и открытие каменного угля и нефти, поиски мрамора, глины и песка для построек — в этих хозяйственных нуждах лежат истоки геологии и геохимии. А позже к этим стимулам добавились и ставшее исторически ощутимым медленное движение поверхности Земли, скажем, опускание Голландии или подъем Скандинавии, и катастрофические судороги землетрясений ...

А само измерение Земли! Мы чуть не забыли про нужды картографии, породившие современную геодезию с ее тончайшими методами от интерференции световых волн в дальномерах до почти неуловимых отклонений искусственных спутников Земли от их рассчитанных орбит, отклонений, вызванных неправильностями фигуры Земли и неравномерной плотностью ее недр. А когда геофизика уже оформилась как наука, какие могучие побегі дарила она практическим нуждам! И как щедро потом возвращали дочерний долг новые прикладные отрасли. К примеру, сейсморазведка, возникшая как боковая ветвь науки о землетрясениях для поисков полезных ископаемых и создавшая остроумную и продуктивную методику корреляции, сопоставления записей приборов, составленных «по цепочке» вдоль изучаемого профиля, дала начало точнейшему способу изучения земной коры — глубинному сейсмическому зондированию.

Разумеется, не одни узко утилитарные задачи определяли развитие наук о Земле. Высокая, чисто человеческая пытливость видна и в открытии законов колебания маятника, приспособленного для определений силы тяжести, и в знаменитом споре о том, вытянута или сплюснута Земля вдоль оси вращения, и в изобре-

нии и использовании барометра, и во многом, многом другом.

Все более сложное переплетение практических потребностей и теоретико-познавательных проблем, взаимное обогащение прикладных и теоретических ветвей наук о Земле и, наконец, огромный, едва затронутый с поверхности резервуар ресурсов и возможностей — наша Земля, — вот то, что определяет выход геофизики в ряды наук, особенно нужных человеку.

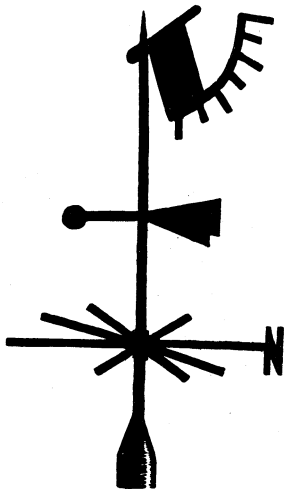
ОПИСАНИЕ — ИЗУЧЕНИЕ — ОБЪЯСНЕНИЕ

Великие классификаторы стабильной и ясно очерченной (так им казалось) природы к началу XIX века разложили ее по полочкам: цветки и бабочки, минералы и светила. А к концу столетия в систему улеглись и виды энергии, и химические элементы, и геологические периоды, и даже облака. Было, конечно, необходимым скрупулезное описание признаков, отличительных (именно отличительных!) черт, проведение границ и установление разрядов и баллов. Без разъятия на части умерщвляемой при этом Природы мы навсегда оставались бы безнадежно подавленными ее неистощимым и сложным великолепием.

Но данные копились, анализ шел, и постепенно стала ощущаться потребность выйти из этих железных клеток систематики. И хотя в науке то тут, то там прорывались неожиданные сближения, хотя физическая революция XX века решительно отучала от непоколебимых стандартов мышления, жестокие споры, столкновения исключающих друг друга точек зрения еще долго терзали (а порой терзают и поныне) неокрепшие методологические отрасли геонауки — науки о твердой Земле. Тектоническое развитие Земли определялось в гипотезах либо вертикальными, либо горизонтальными движениями вещества у ее поверхности. Если в верхних слоях обнаруживались границы раздела Моховичича и Конрада, их стремились распространить на всю Землю. А когда объявлялись (не дай бог!) две или три различные причины одного явления или регистрировались «недозволенные» наукой явления, вроде свечения в горах при землетрясениях, то это как-то замалчивали, даже пытались отмахнуться.

Но постепенно, спотыкаясь на методологических несовершенствах, геофизические науки одолели этот рубеж. Пожалуй, самым сложным было то, что объект их изучения нельзя было вылучить из среды, поместить в камеру для облучения или в пробирку для химического анализа.

Но по мере того как сети наблюдательных станций опутывали незнакомую нашу Землю,



как теория раскрывала поведение масс воды, воздуха, тверди, перед нашим знанием представляли тонкие, удивительные связи между процессами в оболочках Земли. Теперь мы знаем, что опускание подводного хребта усиливает теплое океаническое течение и решительно меняет климат огромных областей. Это за тысячелетия, а в Северной Атлантике, например, небольшие колебания высоты подводного Фарерского порога регулируют год от года кислородный обмен, обилие планктона и рыбы, а значит, ее уловы, занятость и заработки тысяч людей...

Атмосфера не остается в долгу. Циклоны и встречное волнение в океанах и морях создают переменное давление на дно. Вызванные этим колебания земной коры — микросейсмы распространяются на многие тысячи километров и, кажется, что особенности их распространения удастся скоро использовать для изучения строения верхних слоев Земли.

Ничтожные колебания скорости вращения планеты или даже внезапный обильный дождь могут неощутимо превысить допустимую нагрузку на земные недра и, может быть, послужить «спусковым крючком» землетрясения. Во время вторжений солнечных корпускул их электромагнитная энергия может преобразоваться в ионосфере в механическую энергию высоких слоев атмосферы. А туманные еще пока процессы в земном ядре, возможно, приводили к непродолжительному исчезновению магнитного поля Земли. В такие периоды космические лучи и солнечные корпускулы, не задержанные магнитной броней, могли несколько раз за историю Земли резко менять жизнь на ней и даже послужить одной из причин возникновения самой жизни.

И уже не приходится говорить о тех процессах, где жизнь различных оболочек Земли соприкасается особенно тесно: обмен теплом между атмосферой и поверхностью Земли, взаимодействие ветра и волн, таяние снегов и эрозия равнин и гор, сложные процессы у морских берегов, химическая деятельность подземных вод... Или только в последние годы обнаруженный клубок взаимодействия разнообразного солнечного излучения, магнитного поля Земли и ее атмосферы, клубок, где вокруг поясов радиации сплетается изучение полярных сияний и земных токов, вспышек на Солнце и химии верхней атмосферы, магнитных бурь и ионосферных возмущений.

Изучаемые в комплексе, в сложном контакте и взаимопроникновении явления жизни Земли постепенно обрастают многими численными характеристиками, укладываются в рамки гипотез и теорий. Когда дело доходит до состав-

ления вещественного и энергетического баланса геофизических процессов, можно считать, что их теория близка к завершению. Но до такого полного синтеза наших знаний в науке о Земле в целом еще далеко.

Отсутствие полной теории Земли хорошо видно на примере наших ближайших космических соседей. В самом деле, если бы мы знали (а не догадывались), как, когда и из чего образовалась и как потом развивалась Земля, стало бы возможным, экстраполируя, вычислить и состав, и скорость вращения, и особенности формы, и тектоническую активность, и насыщенность водой, и многое другое для Луны, Марса и Венеры. Но этого нет. В планетофизике мы полностью в плену у фактов (чего стоит, например, необъясненное отсутствие магнитного поля у Венеры). Очевидно, что полученных наукой сведений о нашей планете еще недостаточно. Да и привычные цифры иногда начинают меняться, приводя к пересмотру и методов и теорий. Так, после обнаружения в Карелии на глубине нескольких сотен метров перидотитов, возраст которых оказался невероятно большим — больше шести миллиардов лет, придется, вероятно, внимательно пересматривать методику определения абсолютного возраста Земли.

Переход от изучения Земли к ее объяснению совершается на наших глазах. И ясно, что, опираясь лишь на частные закономерности, нельзя рассчитывать на рациональное использование ресурсов планеты. Любое произвольное вмешательство способно распатать тонкий механизм планетарных взаимодействий, и тогда разгул необузданных стихий может принесенным ущербом далеко превзойти неразумную прибыль от перекрытых проливов или растопленных ледников.

КАНАЛЫ ИНФОРМАЦИИ

Выйти к приборам и записать показания термометра, силу ветра, давление... Оценить в баллах облачность или волнение моря, или силу подземного толчка... Можно раз в сутки, можно шесть, можно — по мере надобности. Как это просто, понятно и... архаично! А главное — совершенно недостаточно для понимания непрерывных, сложных изменчивых процессов природы. Нет, такие «точечные» отсчеты не годны. Надо следить непрерывно, чтобы одним взглядом охватить положенные рядом кривые магнитных возмущений и числа солнечных пятен, график температуры и ход наклона нагревающейся земной поверхности, запутан-

ные линии записей землетрясения в Чили, полученные в Симферополе и на Аляске...

На рубеже XX столетия в науке начался век самописцев.

Возникли разнообразнейшие датчики от простых, всажённых в землю, штырей установок для записи земных токов до хитроумнейших гравиметров или сейсмографов. Механические колебания, вариации температуры, электрического и магнитного полей, заряженные частицы, отраженные импульсы радиоволн — все это механическое тепловое и электромагнитное дыхание мира пронизывало атмосферу, океаны и даже твердую Землю до ее центра, а в конце своего пути преобразовывалось в движение рамки гальванометра или луча осциллоскопа и оставалось запечатленным на фотобумаге в виде очередной магнито-, термо- или сейсмограммы.

Тончайшая интуиция специалистов-интерпретаторов сочеталась при обработке этих записей с мощью математического анализа. Результаты оказались велики: в XX веке определена на громадном протяжении глубина океанов, открыты два (одно в другом) земных ядра и сложная по строению, слоистая и разбитая на блоки земная кора, изучены строение атмосферы и структура ионосферы. «Жемчужины» на записях земных токов были драгоценными вестниками процессов на высотах в сотни километров. И уже не приходится говорить о том, какие богатства нефти, руд и других ископаемых были вскрыты сейсмической, электрической и гравитационной разведкой.

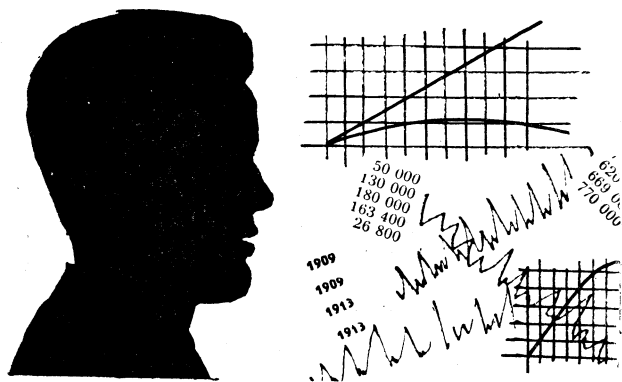
Шло время, росла разрешающая способность приемников информации, резко увеличился объем работы. Поразительный успех МГТ продемонстрировал огромную эффективность комплексных и охватывающих большие площади наблюдений. Потоки данных стали захлестывать интерпретаторов. Так естественно было обратиться к помощи электронно-вычислительных машин (ЭВМ), рожденных как раз к этому

моменту бурным прогрессом науки и техники. Но машины, послушные ЭВМ, взбунтовались. Оказалось, что им неизмеримо удобнее не непрерывный, а дискретный счет, они не могут, как опытный интерпретатор, скользя взглядом по записи и узнавая характерные образы, ставить на сейсмограмме мимолетные пометки: «прямая продольная волна, отраженная от поверхности, отраженная от ядра, прямая поперечная, отраженная поперечная, волна Лява, волна Релея...»

Что же, надо возвращаться вспять — к точечным отсчетам? Да, к точечным. Но это не возвращение вспять. Уже не дважды в сутки — десятки раз в секунду должны отсчитываться данные. Конечно, обидно, что сейчас в геофизическом приборостроении одной из важнейших задач становится преобразование непрерывной информации датчиков в дискретную информацию промежуточной памяти, ведь сколько сил и средств ушло в свое время на изобретение этих самых непрерывных датчиков! Но было бы наивно и смешно сейчас строить планы прогресса в науке, не имея в виду мощного союза человека и машины. Перевод на перфокарты и перфоленты мирового массива геофизических данных позволит переложить на машины неблагодарную работу пробного пересчета многих вариантов, поиска неожиданных соответствий между различными явлениями. Уже сейчас «на ходу», в процессе наблюдений, ведется машинная обработка данных магнитной съемки. Машины определяют положение и глубину очагов землетрясений. Машины рассчитывают состояние атмосферы и предсказывают погоду.

Но прогресс приборов для изучения Земли не только в этом. В начале статьи мы говорили о громадном расширении кругозора наук о Земле, о появлении планетарного подхода к проблемам геофизики. К середине века наука остро нуждалась в создании средств наблюдения, реализующих такой планетарный охват. И необходимые средства были созданы, созданы впервые в нашей стране. Это — искусственные спутники Земли.

И вот взамен изнурительных наземных наблюдений силы тяжести и геодезических работ, взамен неточных морских съемок и тяжелых обобщений одними наблюдениями за вариациями орбит устанавливаются тонкие особенности фигуры Земли, точная ее полярная сплюснутость, экваториальная сплюснутость и полярная асимметрия. Изучаются даже корни материков — небольшие неоднородности верхней мантии, обнаруживается даже небольшая асимметрия земного ядра. Тот же спутник за несколько часов дает картину облачного покрова на целом континенте, а смещение и из-



менение этого покрова позволяет сразу увидеть общую циркуляцию атмосферы. Глубина залегания магнитных аномалий, зондирование «снаружи» ионосферы, ловля микрометеоров и, конечно, изучение поясов радиации, магнетосферы, этой вновь открытой оболочки Земли, о которой до эпохи спутников только догадывались лучшие геофизики мира, также исследуются с помощью спутников.

Развитие наблюдений на спутниках — это также новый рывок и в телеметрии (она нужна не только в космосе!), в использовании новейших вычислительных машин для нужд геофизики. На очереди переворот в получении данных для наук о твердой Земле. Но проектируемое сейчас сверхглубокое бурение (так же как и ряд других намечающихся средств исследования Земли) — дело будущего.

БУДУЩЕЕ

Невозможно в короткой статье хотя бы перечислить достижения комплекса наук о Земле. Но нельзя не сказать об одной существенной черте этого комплекса. Если для любой науки, для любого культурного общества необходим обмен информацией, то для геофизики такой обмен необходим вдвойне. Причем, в отличие от других наук, здесь речь идет не об обмене уже обработанными результатами. Нет, здесь происходит и определяет развитие науки обмен первичными данными наблюдений. Нельзя определить эпицентр землетрясения, не имея данных окружающих его станций разных стран. Бессмысленно искать закономерности передачи возбуждений по силовым линиям магнитного поля Земли, не обмениваясь данными одновременных наблюдений в сопряженных точках — местах в Северном и Южном полушариях, где дуга силовой линии опирается о Землю. Примеры, конечно, можно продолжить.

Поэтому так успешно прошел МГГ — первая в истории эпоха согласованных планетарных наблюдений. Поэтому с таким успехом развиваются наблюдения по программам Международного года спокойного Солнца, Международного проекта верхней мантии, готовятся Международное гидрологическое десятилетие, Международная программа изучения ледников и другие геофизические проекты. Проведение этих мероприятий совпало (и не случайно!) с эпохой крупных сдвигов в общественном сознании. В век спутников и атомной энергии идео-

логия «блестящей изоляции» потерпела крах, и на первый план выступает четко осознанное стремление лучших представителей человечества к миру, к взаимопониманию, к международному сотрудничеству.

Международные геофизические проекты — всего лишь закономерное эхо могучих тенденций современности. И кажется ясным, что в ближайшее время науки о Земле, вооруженные все новыми достижениями технической мысли, должны совершить гигантский рывок, обусловленный тем новым приливом фактов и данных, который будет вызван достижением ближайших небесных тел — Луны, Марса, Венеры. Данные сравнительной планетофизики позволят вернее создавать капитальные обобщения, касающиеся Земли в целом. Одновременно будет происходить нарастающее освоение океана и продуктивное проникновение в глубь Земли. Наука о твердой Земле — геонимия прочно станет в ряды точных наук и раскроет механизм динамических и физико-химических воздействий мантии на земную кору. В разряд рассчитываемых перейдут электромагнитные явления от земного ядра до границ магнетосферы.

Не менее важными окажутся и прикладные результаты. Здесь отдаленной надеждой брезжит управление погодой и климатом, но значительно скорее неизбежно станет в план подлинное овладение минеральными и пищевыми ресурсами океана. Использование подземного тепла, вероятно, опередит прогноз землетрясений, но и эта труднейшая задача будет решаться одновременно с развитием методов сверхглубоких разработок полезных ископаемых.

В тонкой пленке биосферы, где живет и трудится человечество, происходит великое боре-ние идей. Человечество хочет жить в мире, хочет жить без страха голода и гибели. Для этого ему нужно изучить, а потом и перестроить, если потребуется, свой дом — планету Земля.

Во имя этого будущего блага мирного человечества в компактные корпуса наших спутников умело монтируются точнейшие приборы, сотни станций чувствуют, измеряют, регистрируют изменения разнообразных полей Земли. Экспедиции в пустынях и далекой Антарктиде проходят тысячи километров ради столбика цифр, графика и линии на карте. Алмазные буры вгрызаются в миллионнолетний базальт. Интерпретаторы разрушают неожиданным фактом давние надежды теоретиков, а теоретики выдают фантастические прогнозы наблюдателям. Все это происходит на Земле. Все это и есть современная геофизика.

НОВЫЕ МЕТЕОРИТЫ НАШЕЙ СТРАНЫ

Е. Л. КРИНОВ,
доктор геолого-минералогических наук

За последние два года на территории нашей страны были найдены два новых метеорита. Первый — **Зайсан**¹ упал в Зайсанском районе Казахской ССР около 11 часов утра 18 декабря 1963 г.

Падение метеорита наблюдали ученик девятого класса средней школы Александр Горсков и его отец. Они ловили рыбу на озере Зайсан и внезапно услышали удар, подобный взрыву, который раздался в воздухе. За первым последовал еще один удар, и в этот момент Горсковы увидели на небе дымное облачко. Это был след метеорита, состоявший из продуктов его разрушения — мельчайших твердых частиц, затвердевших капелек-шариков диаметром в немногие десятки микронов. Спустя приблизительно полминуты после ударов послышался шум, похожий на шипение, и на расстоянии около 50—70 м от Горсковых на лед упал камень. Сделав во льду лунку, он отскочил от нее в сторону метров на 20, а затем покатился. Минуты через 2—3 метеорит подняли. В это время он имел комнатную температуру. Полета огненного шара-болида Горсковы не видели.

В феврале 1964 г. находку доставили в Комитет по метеоритам, Александр Горсков получил от Президиума Академии наук СССР денежную премию в 75 рублей.

Размер метеорита Зайсан $8 \times 8 \times 6$ см, его вес 463 г. Со всех сторон он покрыт черной корой плавления; лишь на одном уголке небольшой скол, на котором видно внутреннее пепельно-серое вещество (рис. 1).

Метеорит каменный и относится к наиболее распространенному типу — хондритам. У него замечательная, резко выраженная многогранная форма. Поднятый тотчас же после падения, да еще со льда, метеорит не успел загрязниться. Поэтому на нем под биноклем хорошо видна пористую структуру коры плавления (рис. 2).

Изучение строения и формы — морфологических свойств метеорита показало, что он представляет собой лишь отдельный, очень не-

¹ Метеориты обычно получают название по населенному пункту, ближайшему к месту падения.

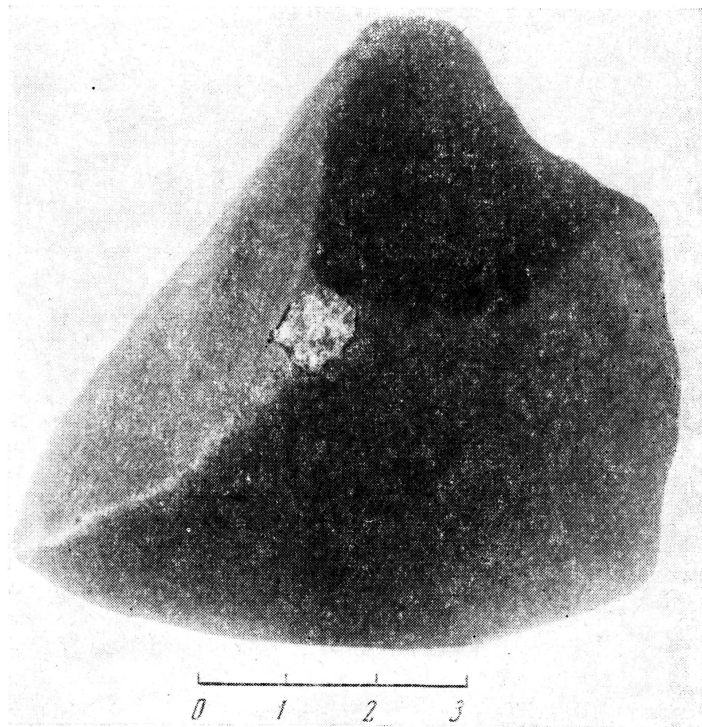


Рис. 1. Общий вид каменного метеорита Зайсан, многогранной формы, покрытого черной корой плавления

большой обломок первоначального быстролетевшего метеорного тела, которое раздробилось в атмосфере во время движения. Поэтому одновременно с найденным и описываемым здесь камнем должны были выпасть и другие, возможно даже и более крупные, экземпляры. Во время движения в атмосфере метеориты, как правило, дробятся на многочисленные осколки и выпадают на землю так называемым метеоритным дождем. Только в редких случаях, когда ориентировка метеорного тела во время движения не изменяется, оно не дробится и выпадает в единственном экземпляре. В таком случае метеорит приобретает так называемую ориентированную форму, напоминающую конус или каравай.



Рис. 2. Пористая структура коры плавления каменного метеорита Зайсан. Увеличено в семь раз

Предполагая, что в районе Зайсан выпало несколько обломков метеорита, Институт астрофизики Академии наук Казахской ССР направил туда специальную экспедицию. К сожалению, пока экспедиция собиралась, наступила весна. Лед озера Зайсан покрылся водой, а на берегу обнажились заросли кустарников. Все это затруднило поиски, и ни один новый метеорит не был найден.

Другой метеорит, названный Помоздино, обнаружен случайно 15 июня 1964 г. в двух ки-

Рис. 3. Общий вид каменного метеорита Помоздино. Видны отдельные участки поверхности метеорита, покрытые корой плавления, и бескорые (светлые) промежутки между ними

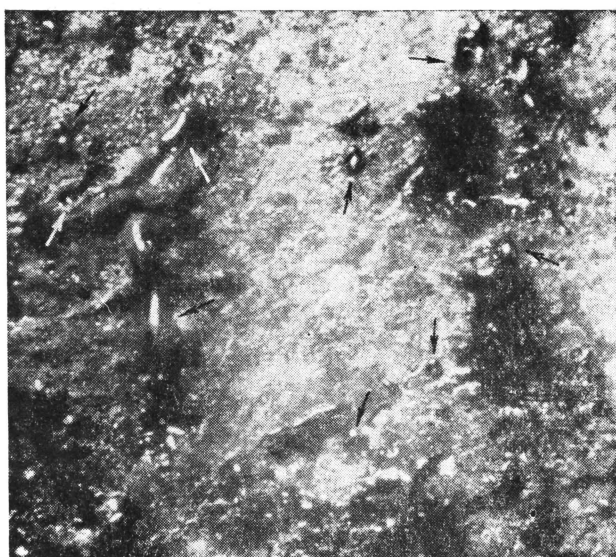
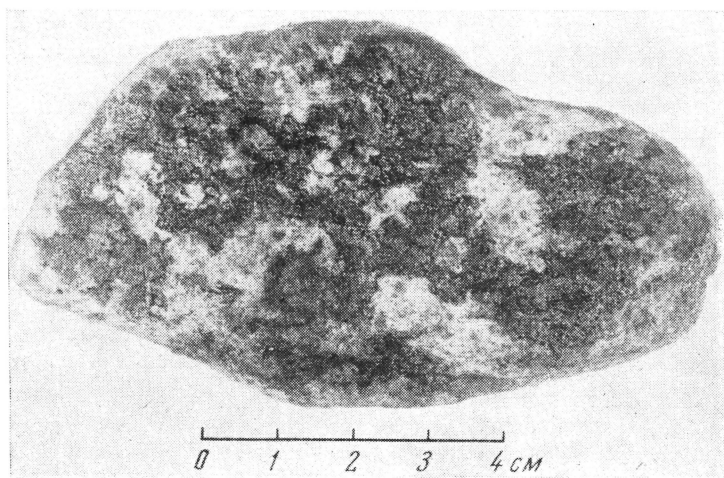


Рис. 4. Разбрызганные капельки-шарики и растекающиеся струйки (указаны стрелками), наблюдаемые на бескорых участках поверхности каменного метеорита Помоздино. Увеличено в шесть раз

лометрах от с. Помоздино, Усть-Куломского района, Коми АССР. Его нашел ученик пятого класса Анатолий Уляшев во время школьной экскурсии по изучению родного края, проводившейся учителем географии И. В. Игнатовым. За находку и передачу метеорита Президиум Академии наук СССР выдал Анатолию Уляшеву и И. В. Игнатову денежные премии по 50 рублей.

Метеорит Помоздино удлиненной и округленной формы. Размер его $10 \times 5 \times 5$ см, вес 327 г. Метеорит относится к классу каменных, к редкому типу — ахондритам. Одна из редко наблюдаемых особенностей метеорита Помоздино в том, что он только частично покрыт корой плавления, хотя и сохранился в целости. Кора плавления лишь на отдельных участках покрывает метеорит (рис. 3). На этих бескорых участках под биноклем с увеличением 15—30 раз хорошо видны отдельные, затвердевшие в виде шариков брызги расплавленного вещества, сдутые с соседних участков. Видны также и отдельные струйки растекавшегося по метеориту расплавленного, а затем затвердевшего вещества его поверхностного слоя (рис 4).

То, что на поверхности метеорита сохранились следы плавления поверхностного слоя, придает ему особую научную ценность. Наряду с дроблением, плавление, сдувание и разбрызгив-

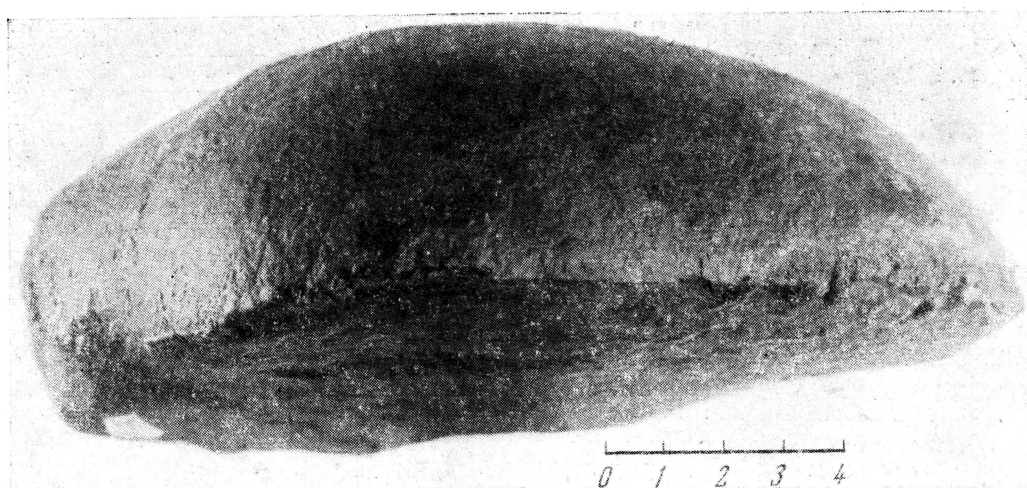


Рис. 5. Общий вид каменного метеорита Одесса. Видна ориентированная (караваеобразная) форма метеорита

вание — главный механизм разрушения метеорных тел во время их движения в атмосфере с космической скоростью.

Падение метеорита Помоздино никем не наблюдалось. Однако, судя по его хорошей сохранности и незначительному окислению, можно заключить, что он упал недавно, вероятно, зимой 1963/64 гг. И. В. Игнатов сообщил, что в декабре 1963 г. около 5—6 часов вечера учащиеся Помоздинской школы видели полет болида. Может быть, этот болид как раз и был связан с падением метеорита.

Еще один метеорит, названный **Одесса**, поступил в Комитет по метеоритам в январе 1964 г. Он был найден летом 1960 г. случайно около дороги, на окраине Одессы, проезжавшим на велосипеде рабочим И. С. Бараненко.

Метеорит **Одесса** весит 1926 г и относится к хондритам, но имеет замечательную, караваеобразную (ориентированную) форму (рис. 5). На передней выпуклой поверхности метеорита видна плотная кора плавления, тогда как на тыловой (плоской) — типичная, резко выраженная шлакообразная кора. Кроме того, на передней поверхности видны шрамы в виде параллельных линий скольжения. Они образовались в результате удара метеорита о твердый грунт, возможно о камень в момент его падения. Это показывает, что метеорит до самого падения на землю сохранял свою ориентировку движения.

За находку и передачу метеорита Комитету по метеоритам Президиум Академии наук

СССР премировал И. С. Бараненко деньгами в размере 75 руб.

В 1961—1962 гг. в Комитет по метеоритам доставили еще несколько метеоритов. Так, в июле 1962 г. в Павлодарской области Казахской ССР случайно найден каменный метеорит (хондрит) **Ефремовка** весом 21 кг. Его обнаружил молодой почвовед П. В. Харин во время закладки канав при проведении почвенных исследований.

Летом 1962 г. в Читинской области геолог П. Н. Чабан при проведении геологической съемки обнаружил метеорит **Будулан** весом около 110 кг. Метеорит относится к железо-каменному классу, к редкому типу — мезосидеритам. Это первый и пока единственный мезосидерит, найденный на территории нашей страны. Из обнаруженных на земном шаре 23 мезосидеритов (из общего числа около 1700 метеоритов) только один оказался крупнее нашего: — это метеорит **Эстервиль**, упавший в США еще в 1879 г. и весящий 340 кг.

В июне 1961 г. местным жителем А. С. Охапкиным в Каргапольском районе Курганской области найден каменный метеорит **Каргаполье**, весом около 22 кг, относящийся к хондритам.

Таким образом, из упомянутых шести метеоритов, только один наблюдался при падении. В среднем за это время обнаруживался один метеорит в год. Ранее же сбор метеоритов у нас бывал более обильным. Так, в 1933 г. найдено пять метеоритов, и все они наблюдались при падении. Объяснить, почему уменьшается сбор метеоритов, пока не удалось.



СВЕРХГАЛАКТИКИ ИЛИ СВЕРХЗВЕЗДЫ?

Известны четыре необычных объекта на небе, которые представляют собой совершенно новый тип небесных светил. По своим свойствам они не могут быть отнесены ни к галактикам, ни к звездам. Недавно в американском Астрономическом журнале (т. 13, вып. 2, 1964 г.) астрономы Маартен Шмидт и Томас Матюз описали результаты изучения полученных с очень большой дисперсией (400 Å/мм) на 200-дюймовом рефлекторе спектрограмм двух объектов такого рода, зашифрованных под каталожными символами 3C 47 и 3C 147 («3C» — обозначение третьего списка объектов Калифорнийского технологического института). Оба объекта имеют 18-ю видимую фотографическую величину и потому находятся на пределе возможностей фотографирования спектров даже с 200-дюймовым телескопом. В спектре этих объектов удалось отождествить линии около десяти ионизованных элементов (C, Mg и др.). Все линии оказываются сильно смещенными к красному концу спектра. Если интерпретировать красное смещение как результат доплеровского сдвига, то для этих двух объектов получаются лучевые скорости удаления соответственно 127 500 и 163 500 км/сек, т. е. 0,425 и 0,545 от скорости света. Это наибольшие из измеренных до сих пор лучевых скоростей небесных объектов.

Эти данные не укладываются в наши представления о галактиках. Действительно, принимая для постоянной Хаббла $H = 100$ км/сек/Мпс, мы получаем огромные расстояния до этих «сверхгалактик»: соответственно 1275 и 1635 Мпс, т. е. около 4—5 миллиардов световых лет. Несложный расчет показывает, что на таких расстояниях эти объекты должны были бы обладать светимостью по крайней мере в

10^6 раз больше светимости самых ярких из числа обычных галактик, вроде нашей, или галактики в созвездии Андромеды. Если же считать эти объекты звездами, то трудность возникает при объяснении их больших лучевых скоростей. Известно, что некоторые астрофизики (Хойл и др.) выдвинули теорию гравитационного коллапса звезд. Но эта теория требует огромных масс для «сверхзвезд» — порядка 10^6 — 10^8 солнечных. И тот и другой путь, как мы видим, требуют допущения существования новых небесных тел совершенно необычного типа. Несомненно, что мы должны подождать накопления новых наблюдательных фактов, чтобы решить стоящую перед астрономией дилемму «сверхзвезд». Как бы ни разрешилась эта дилемма, она станет новым крупным шагом вперед по пути познания законов космической материи.

ЛОКАЦИЯ МЕТЕОРОВ В ОПТИЧЕСКОМ ДИАПАЗОНЕ

Благодаря развитию квантовой электроники метеорная астрономия получила недавно в свое распоряжение еще одно эффективное средство исследования — лазеры. На их основе возможно создание сверхточных локаторов с разрешающей способностью до нескольких сантиметров и определение скорости движущихся объектов.

Оптическая локация метеоров впервые проводилась летом 1963 г. в период действия потока δ -Акварид в Лексингтоне (США) под руководством проф. Л.Д. Смулина и Г. Фиоко. Применялся рубиновый лазер, дающий 5 импульсов в секунду, с длиной волны 6940 Å при ширине луча около 0°,06. Отражения от метеорных частиц принимались с высот 100—140 км. По предварительным оценкам, масса отдельных частиц на высоте 110 км составляет около $2,5 \cdot 10^{-14}$ г; эффективный радиус — порядка 1 м. О размерах частиц на высотах более 110 км определенных сведений не получено.

Аппаратура не позволила следить за частицами во время полета. Однако их средние размеры очень быстро убывали с уменьшением высоты. Этот факт может быть объяснен прогрессивным дроблением метеорных тел под действием сопротивления воздуха, если они представляют собой рыхлые образования. Конечный про-

дукт распада, по-видимому, отдельные кристаллики величиной 0,1—0,01 м.

Частицы таких размеров, какими они наблюдались на высоте 110 км, длительное время существовать в солнечной системе не могут из-за светового давления. Поэтому, если допустить, что их размеры не изменились с момента вступления в атмосферу, придется предположить наличие какого-то источника, пополняющего их запасы. Наиболее правдоподобным представляется, что подобные метеорные частицы возникли в результате дробления, начавшегося на больших высотах, из более крупных частиц (10 м и более), двигавшихся в межпланетном пространстве по эллиптическим орбитам.

Несмотря на малую ширину луча, количество зарегистрированных отражений оказалось весьма значительным. Следовательно, частицы ничтожных масс дают довольно большой прирост массы Земли — около 10 000 т в сутки.

К сожалению, нельзя утверждать, что интерпретация отражений лазерного луча как отражений от метеорных тел является единственно возможной. Не исключено, например, резонансное отражение на ионосферных неоднородностях. Чрезвычайно ценным в разрешении сомнений было бы получение отражений на другой длине волны, т. е. с помощью иного импульсного лазера.

МУССОНЫ И ПОГОДА В СЕВЕРНОМ ПОЛУШАРИИ

По предварительным данным международной индоокеанской экспедиции, погода в северном полушарии испытывает сильное влияние муссонов Индийского океана, так как за счет муссонов в атмосферу над Пакистаном и Индией поступает значительная энергия.



Попробуйте сообразить, что необычного в суточном движении Солнца, в положении созвездий и других небесных светил можно видеть в поселке Мирном в Антарктиде, широта которого равна 66°30'?

(Ответ на стр. 47)

АСТРОНОМИЯ В АТЕИСТИЧЕСКОЙ ПРОПАГАНДЕ

Р. В. КУНИЦКИЙ, профессор

Среди наук, непосредственно способствующих выработке у людей материалистического мировоззрения, астрономия занимает свое специфическое место. Только с помощью астрономических исследований человечество может изучать вопросы строения и развития той части Вселенной, которая доступна для наблюдений. Используя эту колоссальную по размерам «космическую лабораторию», можно получить наиболее полное представление о разнообразии форм существования материи и о происходящих в ней изменениях на протяжении огромных промежутков времени. Во все времена на всех стадиях развития человеческого общества только астрономия давала возможность получить представление о видимом с Земли мире небесных тел, т. е. получить материалистическое миропредставление¹, что служит одной из основ для выработки у людей материалистического мировоззрения.

Действительно, уже самый факт объективного существования бесчисленных небесных тел делает бессмысленным как антропоцентрическое, так и теологическое мировоззрение. А ведь именно они неизменно лежали в основе разнообразных религий и сохранились в несколько завуалированной форме вплоть до настоящего времени.

Когда в начале XVII столетия Галилей впервые в истории науки произвел астрономические наблюдения с помощью небольшого телескопа, он открыл горы на Луне, четыре спутника Юпитера, вращение Солнца вокруг своей оси, огромное количество звезд, невидимых невооруженным глазом. Оказалось, что за пределами Земли существует многое, о чем раньше люди не имели ни малейшего представления, и что, таким образом, не могло служить им на пользу. Большинству людей того времени казалось совершенно бессмысленным существование звезд, которые не видны, и четырех никому неизвестных небесных тел, почему-то движущихся не вокруг Земли, а вокруг Юпитера.

Существование на Луне гор роднило небесные тела с Землей, равно как и вращение Солнца вокруг оси, косвенно подтверждающее правильность утверждения Коперника о существовании аналогичного вращения Земли.

Все это наносило смертельный удар библейскому миропредставлению, удар, более сильный, чем тот, который был нанесен опубликованием бессмертного сочинения Коперника, носившего в основном математический характер, или вдохновенной проповедью Джордано Бруно, не подкрепленной, однако, данными наблюдений.

О справедливости такого утверждения можно судить хотя бы по тому, что лишь через 73 года после выхода в свет сочинения Коперника, через 16 лет после казни Бруно и только через 6 лет после опубликования «Звездного вестника» Галилея христианская католическая церковь впервые приняла серьезные меры против распространения гелиоцентризма.

Этот исторический пример показывает, что уже первые телескопические открытия имели если еще не прямо атеистическое значение, то, во всяком случае, значение, противоречащее религиозному миропредставлению того времени. Первоначально это привело, как известно, к суду инквизиции над Галилеем. Но в конечном итоге, в результате дальнейшего непрерывного развития науки, религии пришлось признать и гелиоцентрическую систему мира и ряд других астрономических открытий и попытаться приспособить к ним религиозное миропредставление. Последнее обстоятельство не мешало, однако, тому, что открытия при материалистической их трактовке широко и успешно использовались в атеистической пропаганде.

Так, вскоре после установления в нашей стране советской власти, при проведении атеистической пропаганды среди рабочих, крестьян и отчасти интеллигенции, широко использовались лекции на естественно-научные темы, главным образом с астрономическим содержанием. Такие лекции читались по-разному, в зависимости от аудитории, но только в редких случаях с заострением их атеистической стороны. Большей частью они состояли просто из описания планетной системы и мира звезд с характе-

¹ Под «миропредставлением» мы подразумеваем не синоним «мировоззрения», как иногда понимают, а именно представление о мире, о Вселенной.

ристической места Земли во Вселенной. И только при ответах на вопросы, иногда чрезвычайно многочисленные, лекторы обычно переходили непосредственно к атеистической пропаганде достаточно осторожно во избежание оскорбления религиозных чувств верующих. Тем не менее, такие лекции приносили большую пользу, производя положительные сдвиги в мировоззрении людей, часто не имевших никакого представления о мире небесных тел.

Говоря об этом, нельзя забывать, что в те времена в нашей стране уже возникли новые производственные отношения и почти не осталось ничего от той основной базы, на которой возникла в прошлом вера в бога и в сверхъестественные силы. Значение такого большого положительного опыта атеистической пропаганды нельзя зачеркивать и в настоящее время, когда только в старшем поколении советских граждан можно встретить следы печального наследия дореволюционной России — отсутствие элементарного общего образования. Но нельзя при этом забывать, что в отношении астрономического образования дело обстоит значительно хуже, так как даже представители более молодого поколения, которые получили полное среднее и даже высшее образование, зачастую имеют самое туманное представление не только обо всем том, что находится за пределами нашей Земли, но и о самой Земле как небесном теле.

Одним из показательных примеров может служить разговор, недавно происшедший у автора настоящей статьи с выпускниками географо-биологического факультета одного педагогического института. Студенты-выпускники очень заинтересовались этим разговором и чрезвычайно живо реагировали на заданные им элементарные географо-астрономические вопросы. Тем не менее, они смогли ответить только на один из таких вопросов: что вокруг чего движется — Земля вокруг Солнца или наоборот?

Если подобными астрономическими познаниями обладают учителя, уже преподающие в восьмилетних школах географию, в программу которой в пятом классе входят начальные представления о строении солнечной системы, можно себе представить, что астрономические знания их учеников окажутся на недостаточной высоте. А ведь та молодежь, общее образование которой ограничится восьмилеткой, на протяжении последних трех лет обучения в школе ни разу ни на одном из уроков не встретится с астрономической тематикой. Естественно поэтому считать целесообразным проведение атеистической пропаганды и среди нашей молодежи в форме научно-популярных астрономических лекций-бесед.

Несомненно, что сообщение астрономических знаний людям, этими знаниями не обладающим, в некоторых случаях может дать чрезвычайно благоприятные результаты. Как один из многих подобных случаев автор статьи может привести свой личный пример: он стал убежденным атеистом в четырнадцать лет после прочтения первой астрономической книжки. И подобные случаи не исключение.

Однако простое распространение астрономических знаний никак нельзя считать универсальным способом атеистической пропаганды даже в странах, освободившихся от оков капитализма. Оно приносит наибольшую пользу в тех случаях, когда приходится иметь дело с наиболее примитивными формами религии, тесно связанными с верой в легендарные мифы, с обрядностью и т. п. Но существуют религиозные верования, значительно более утонченные, часто скрываемые от других людей и, к тому же, отнюдь не основанные на невежестве в области естественных наук, в том числе и астрономии. Известно, что успешную атеистическую пропаганду в таких случаях вести значительно труднее.

При наличии утонченных религиозных верований, глубоко укрепившихся в сознании людей, чтение обычных астрономических книг много пользы не принесет. В таких случаях астрономическая атеистическая пропаганда должна вестись другими, более тонкими методами.

Астрономия, как и любая наука, обладает возможностями научного предвидения. Но научные предсказания в области астрономии очень часто бывают облечены в особенно эффектную форму. Таковы предсказания солнечных и лунных затмений — величественных явлений природы, моменты наступления которых бывают известны астрономам с большой степенью точности. Таковы и предсказания более редких явлений — появления ярких периодических комет. Подобные явления обычно вызывают большой интерес среди широких слоев населения, и, так как время их наступления известно заранее, они могут с успехом быть использованы для проведения лекций и бесед. Основное содержание таких лекций должно быть посвящено не столько описанию ожидаемых небесных явлений, сколько разъяснению материалистической сущности научного предвидения вообще и противопоставлению его всякого рода предсказаниям «по наитию», не основанным на знании объективных законов природы и общественного развития. При этом может быть использован исторический опыт прошлого как астрономический, так и из области других наук.

Раньше....



В настоящее время особенно благоприятный материал для использования научного предвидения в целях атеистической пропаганды дают космические полеты. Ведь траектории космических ракет рассчитываются заранее на основе законов небесной механики — одного из основных разделов астрономии. Известно, что даже незначительные отклонения полета ракет от рассчитанной траектории приводят к неудаче. А между тем, все космические полеты, осуществленные в нашей стране, прошли успешно благодаря точности астрономических и технических расчетов. И разве не знаменателен тот факт, что космические полеты впервые были осуществлены в Советском Союзе — атеистической стране, строящей коммунизм? Не знаменательно ли то, что первыми людьми, совершившими космические полеты, были опять-таки советские люди, коммунисты-безбожники?

А ведь полет человека в космическое пространство должен заставить радикально изменить религиозную точку зрения о месте человека во Вселенной. Помимо этого, не открываются ли сейчас перед нами величественные перспективы изучить поверхности ближайших к нам небесных тел непосредственно, направив туда вооруженных техникой людей, которые смогут там, на других «мирах» разрешить волнующие все человечество проблемы и, в первую очередь, проблему существования жизни вне Земли. И все это делается и будет сделано на основе знания объективных законов природы, сделано самими людьми и, в первую очередь, советскими людьми.

Здесь следует сказать о наличии некоторых ошибочных тенденций в использовании материалов космических полетов в атеистической пропаганде. Нередко усматривают атеистическое

значение космических полетов в том, что запуск искусственных спутников, космических кораблей и автоматических межпланетных станций опроверг существование «царства небесного». Подобный примитивизм даже у учеников старших классов может вызвать иронию.

В отношении людей, интеллектуально развитых, но не освободившихся от религиозных заблуждений, атеистическая пропаганда может иметь успех в процессе обсуждения космологических проблем, даже в том случае, если не идти при этом дальше количественных показателей. Широко известно выражение «астрономические числа». Однако лишь немногие ясно отдают себе отчет, что в действительности скрывается за этими двумя словами. Когда говорят, что возраст Земли равняется по меньшей мере четырём миллиардам лет, то это мало что характеризует, главным образом потому, что люди, имея дело со столь большими числами, перестают делать между ними различие, хотя в действительности числа могут чрезвычайно сильно отличаться друг от друга. Но если о возрасте Земли сказать, что он в несколько тысяч раз превосходит время существования на Земле человечества, т. е. что более 99,9% времени существования Земли на ее поверхности не было людей — это уже как-то сможет повлиять на религиозно настроенный человеческий ум.

Можно также по-разному сказать и о размерах, положим, нашей звездной системы. Например, можно сказать: она так велика, что луч света от одного ее края до другого пробегает в течение ста тысяч лет. Эти слова звучат, конечно, внушительно, но осознать их трудно. А вот, если сказать, что когда мы изобразим

....и теперь



Землю пылинкой диаметром в 0,1 мм, то и в этом масштабе диаметр нашей звездной системы окажется равным 10 миллионам километров, это уже будет значительно более понятным и, если хотите, сразу укажет место, занимаемое во Вселенной Землей и населяющим ее человечеством. Но если в таком же масштабе мы захотим представить размеры той части Вселенной, которую можно изучать при помощи наиболее совершенных инструментов, то окажется, что «модель» будет во много раз больше действительных размеров солнечной системы (1000 миллиардов километров). И в этом обширном пространстве наша Земля — лишь едва заметная пылинка со своими крохотными обитателями, по крайней мере в тысячу раз по линейным размерам уступающими молекулам!

Уже приведенные чисто количественные сравнения могут заставить задуматься религиозно настроенных людей: не слишком ли почетное место они отводят себе в мироздании? Но такие мысли у них должны еще более укрепиться, если они познакомятся с современными данными о структуре и развитии Метагалактики, состоящей из огромного количества разнообразных звездных систем, часть которых превосходит по своим размерам и числу составляющих их звезд нашу звездную систему.

Имеется, однако, одно важное обстоятельство, которое вносит определенные трудности при использовании космологических проблем в целях атеистической пропаганды. Если в вопросе о структуре Метагалактики в науке существуют различные точки зрения, то они скорее относятся к применению различных математических концепций. А вот в отношении развития Метагалактики различие во взглядах ученых-материалистов и их противников идет дальше и приводит к антагонистическим противоречиям.

Затронутый вопрос слишком сложен для быстрого его рассмотрения в статье, посвященной роли астрономии в атеистической пропаганде. Но обойти его молчанием нельзя. Ведь идеалистические взгляды на пути развития Вселенной в целом, которой необоснованно приписываются обнаруженные свойства Метагалактики, приводят не только к концепции «расширяющейся» Вселенной, но и к определению ее возраста, момента ее «творения». В основе таких концепций по существу лежит только один физический факт: звездные системы, составляющие Метагалактику, непрерывно удаляются друг от друга. Если даже такой феномен наблюдается в какой-то конечной по своим размерам части Вселенной (т. е. в Метагалактике), то из этого вовсе не следует, что он происходит во всей Вселенной. А именно так и поступили ученые-

идеалисты, сделав из этого с помощью абстрактных математических построений далеко идущие выводы о «творении» мира.

Все это не заслуживало бы внимания при рассмотрении вопроса об использовании астрономического материала в атеистической пропаганде, если бы указанные концепции уже давно не проникли в нашу научно-популярную (большей частью переводную) литературу, хотя бы и с соответствующими редакционными примечаниями.

Можно привести много примеров попыток христианской католической церкви приспособить научные достижения в области астрономии к религиозному миропредставлению. Так, церковь сейчас признает возможность существования разумной жизни вне Земли, на других небесных телах. Особый интерес в Ватикане вызвали космические полеты. На одном из конгрессов Международного астронавтического союза римский папа Пий XII благословил космические полеты, не забыв при этом указать, что изучение «сотворенной богом для человека Вселенной» дает людям возможность глубже понимать величие «создателя». Такое (отнюдь не единственное) выступление главы католической церкви, а также то обстоятельство, что на ее средства содержатся астрономические учреждения, указывает на активное стремление церковников использовать в своих целях современные достижения науки. Это приходится учитывать тем, кто ведет в нашей стране атеистическую пропаганду, используя астрономический материал.

Основываясь на сказанном, можно сделать следующий вывод. Касаясь на лекциях вопросов строения и развития Вселенной следует только при наличии достаточно серьезной подготовки лектора, обеспечивающей ему возможность давать необходимые разъяснения по существующим в этой области идеалистическим концепциям. Если такой подготовки у лектора нет, лучше выбирать другую тематику, не идущую дальше вопросов строения и развития нашей звездной системы и, быть может, оценки расстояний до наиболее удаленных объектов, которые удастся наблюдать при помощи современных гигантских телескопов.

Совершенно естественно, что атеистическую пропаганду на астрономическом материале следует вести не только путем лекций-бесед, но и в печати. Большую работу в этом направлении провели наши издательства, выпустившие значительное количество астрономических книг и брошюр, богатых атеистическим материалом. Однако далеко не вся советская научно-популярная астрономическая литература имеет желательную атеистическую заостренность.

Немаловажное значение имеет и публикация астрономических статей в периодической печати как в газетах, так и в журналах. Количество этих статей значительно возросло после начала эры космических полетов, т. е. с конца 1957 г. Можно, однако, выразить сожаление, что часть этих статей имеет нездоровую тенденцию бить на сенсацию, вопреки существующим в научном мире отнюдь не сенсационным взглядам. Правда, в подавляющем большинстве астрономические статьи, написанные крупными специалистами, не вызывают подобных нареканий, зато значительная часть их понятна только людям, хорошо знакомым с современными астрономическими проблемами. Плохо, конечно, и то и другое. Популярно написанные статьи с надуманными сенсациями только подрывают авторитет науки, что не хорошо вообще и особенно для целей атеистической пропаганды, в которой религиозные вымыслы часто противопоставляются точным научным знаниям. Помещение же в широкой прессе хороших, но недостаточно популярных статей, во-первых, мало достигает цели, ради которой их публикуют, и, во-вторых, может внушить читателям неверную мысль, что невозможно разобраться в основах астрономической науки без специальных знаний. Это тоже может оказаться на руку всем тем, кто охотно по любому вопросу согласен дать доступные разъяснения, тесно переплетающиеся с религиозными вымыслами.

В последнее время в учебные планы наших высших учебных заведений введен курс основ

научного атеизма. Необходимо продуманно вводить в этот курс элементы атеистической пропаганды на материале наук естественного цикла, в первую очередь астрономии и биологии. К сожалению, далеко не везде к проведению таких занятий привлекаются специалисты, даже в тех вузах, в которых имеются соответствующие кафедры. В результате такого положения дел студенты, прослушавшие курс основ научного атеизма, могут оказаться недостаточно подготовленными к опровержению религиозных доводов, основанных на биологическом и астрономическом материале. Нельзя забывать, что в отличие от сравнительно недавнего прошлого в учебных планах философских факультетов отсутствует обязательный курс астрономии.

Говоря о научно-атеистической пропаганде, «Правда» 21 августа 1959 г. в редакционной статье указывала, что «преодоление религиозных предрассудков — длительная и сложная работа, требующая терпения и вдумчивого подхода». И там же: «Первостепенная роль в этом деле отводится широкой пропаганде естественно-научных знаний, популярному разъяснению строения Вселенной, наиболее важных явлений природы, происхождения и жизни человека на Земле, разоблачению сущности религий, показу вреда религиозных суеверий».

Как видим, астрономическая тематика стоит на первом месте. Об этом не следует забывать при подготовке кадров для ведения атеистической пропаганды.



(К стр. 28)

Ночные наблюдения Солнца принципиально возможны по методу нейтринной астрономии.

Днем нейтринным астрономическим наблюдениям препятствуют помехи со стороны других космических излучений. Изучение нейтринных потоков Солнца можно производить ночью, когда наше дневное светило находится под горизонтом. При этом нейтринный телескоп должен быть направлен не в небо, а в землю, и наблюдения ведутся сквозь толщу планеты. Поглощая все другие излучения, кроме нейтринного, Земля служит отличным фильтром.

(К стр. 42)

В южном полушарии Солнце находится в дневное время в северной половине неба и движется не слева направо, как мы привыкли наблюдать, а наоборот — справа налево. В том же направлении перемещаются в суточном движении все небесные светила. Поселок Мирный лежит вблизи Южного полярного круга, и небесный экватор составляет здесь с горизонтом угол в $23^{\circ}30'$.

Поэтому в течение года высота Солнца в полдень в Мирном меняется от 0 до 47° (Солнце может удаляться от небесного экватора к северу или к югу на $23^{\circ}30'$). Солнце в полдень на горизонте будет 22 июня, а на высоте 47° — 22 декабря.

Все созвездия будут «перевернуты». Например, в созвездии Орион мы в северном полушарии видели звезду Бетельгейзе выше и левее звезды Ригель, а на небе Мирного эти звезды как бы меняются местами, а само созвездие видно не в южной половине неба, как у нас, а в северной.



ЛЮДИ НАУКИ

ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЙ

*К 350-летию телескопических
наблюдений и 400-летию
со дня рождения*

О. А. МЕЛЬНИКОВ
член-корреспондент АН СССР



Галилео Галилей. Скульптура Л. Барабаша

Великий итальянский ученый, мыслитель и литератор Галилео Галилей жил в эпоху Возрождения — эпоху, когда новое в науке, искусстве, литературе смело и неудержимо прорывалось сквозь запреты инквизиции и становилось достоянием все более широких народных масс.

Галилей открыл новую эру в механике, физике и астрономии. Вместе со своим современником — крупнейшим немецким ученым Иоганном Кеплером (1571—1630) Галилей впервые применил в астрономии метод телескопических исследований и фактически утвердил новую астрономию, широкий путь которой был открыт великим польским астрономом Николаем Коперником (1473—1543).

Почти всю свою жизнь Галилей посвятил борьбе за прогрессивное мировоззрение своих современников, отстаивая материалистическое, научное истолкование явлений и законов природы на основе теоретического анализа и эксперимента, против схоластики.

Галилей родился 15 февраля 1564 г. на севере Италии в городе Пизе, где и провел свои молодые годы. В 1581 г. 17-летним юношей он поступил в Пизанский университет и, по жела-

нию отца, начал там изучать медицину. Вскоре у молодого Галилея проявились математические способности. Он изучил сочинения крупнейших математиков древности — Евклида и Архимеда, которого он считал своим настоящим учителем.

Из-за бедственного положения семьи Галилею пришлось оставить университет. Но он продолжал учиться самостоятельно, вскоре стал известен своими исследованиями и уже в 1589 г. получил должность профессора математики и астрономии в родной Пизе.

Еще будучи студентом, Галилей отказался от принятия на веру бездоказательных, схоластико-догматических рассуждений преподавателей его времени, которые основывались только на авторитетах Аристотеля, Птолемея и других крупнейших естествоиспытателей и писателей древности, на чтении и истолковании различных текстов из их произведений. Научные опыты Галилея по механике, которые он начал в Пизе, подрывали основывавшийся на средневековых традициях авторитет его коллег, и в университете создавалась такая тяжелая обстановка из-за происков врагов-схоластов, что Галилей вынужден был оставить профессию раньше назначенного срока.

В 1592—1610 гг. Галилей жил в Падуе — городе Венецианской республики. В Падуанском университете он читал свои блестящие по содержанию и стилю лекции (чему в сильной степени помогло юношеское изучение произведений знаменитых латинских и греческих писателей) и писал научные трактаты.

С 1610 по 1633 г. Галилей занимал должность главного математика и философа при дворе тосканского герцога Козимо II Медичи (без обязательного чтения лекций).

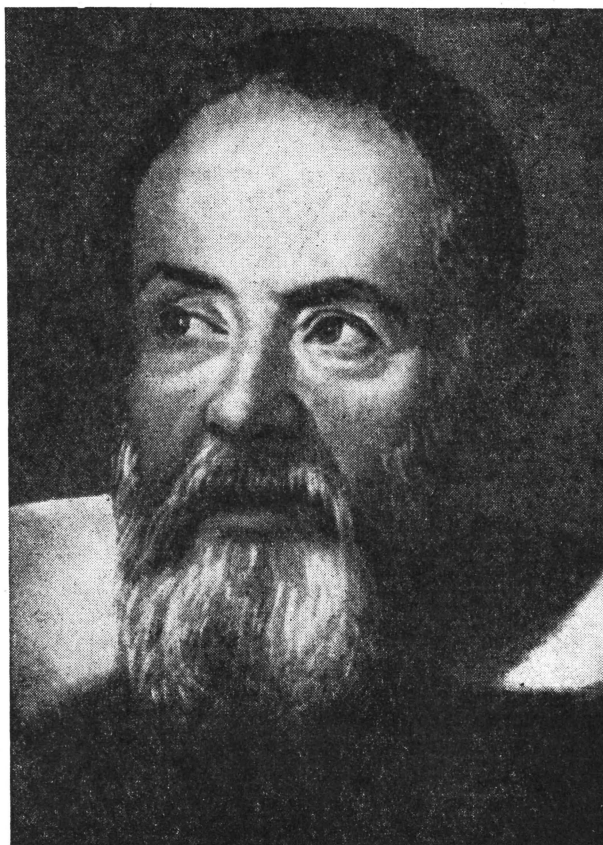
Первое свое наблюдение по механике Галилей сделал еще юношей в 1582 г. в Пизе. Согласно преданию, он, наблюдая качание люстры и считая при этом свой пульс, установил, что период колебания люстры не зависит от амплитуды. Дальнейшие опыты с маятниками привели Галилея к выводу, что период колебаний маятника зависит от его длины, что все тела в отсутствии воздуха падают с одинаковым ускорением и т. д.

Галилей — основатель современной механики. В этой области знаний он, почти не имея предшественников, открыл новую эру — эру динамики, разрушив неправильное, однако в течение 20 веков господствовавшее учение Аристотеля о движении. Средства для постановки опытов Галилей имел очень примитивные, но остроумное их оформление позволило ему получать результаты с необходимой точностью. Ставя опыты, Галилей изучал процесс, по кото-

рому развивается данное явление природы, и на этой основе раскрывал его причины.

Опыты с падающими телами были очень интересными, ведь со времен Аристотеля считалось, что скорость падающих тел пропорциональна их весу. Галилей же установил, что в равные промежутки времени свободно падающие тела, независимо от их веса, проходят равные отрезки пути (двигаясь равномерно-ускоренно). Следовательно, железный и деревянный шарики одного размера, брошенные в один и тот же момент с равной высоты, достигнут земли одновременно. Некоторые неточности, как показал Галилей, обусловлены тем, что падение происходит в сопротивляющейся среде — в воздухе.

Галилей первым ввел определения понятий скорости, ускорения, силы инерции, относительности движения и т. д. В своих исследованиях он был очень близок к точной формулировке двух первых основных законов движения. Галилей открыл и впервые математически сфор-



Galileo Gal.

мулировал ряд других законов природы из области механики и смежных наук.

Теоретические и экспериментальные исследования Галилея по механике позволили ему решить ряд практических задач. Используя найденные им закономерности, Галилей построил много интересных приборов, в том числе прибор для измерения времени, нашедший применение в медицине, гидростатические весы для определения состава металлических сплавов и т. д.

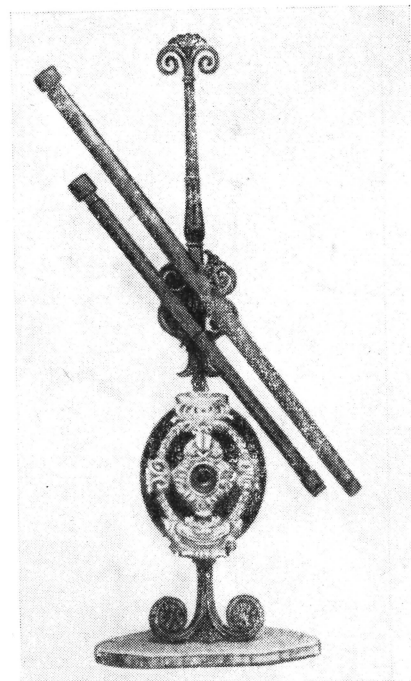
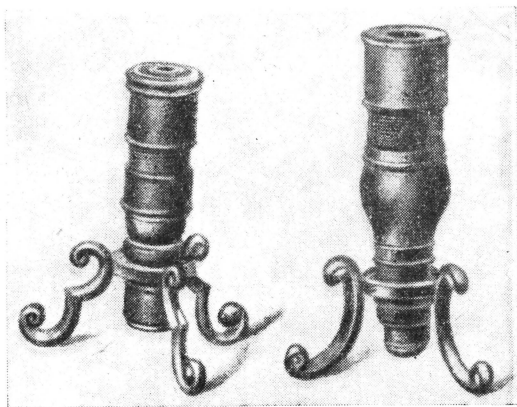
Необходимо отметить, что основные открытия Галилея по механике были напечатаны лишь в 1638 г. в Лейдене (Голландия) под названием «Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки». В это время Галилею было уже 74 года!

Замечательные исследования принадлежат Галилею в области геометрической и физической оптики. Эти работы помогли ему впоследствии при создании телескопа и микроскопа, хотя оба эти важнейших прибора изобретены не Галилеем, и имен их изобретателей мы с уверенностью не знаем до настоящего времени. Но Галилей знал об этих открытиях, смог их самостоятельно повторить и быстро реализовать.

Свой первый телескоп Галилей построил в 1609 г. Микроскоп же он сделал немного позднее (1610—1614 гг.). В первом варианте микроскоп представлял собой тот же телескоп, но с раздвижной трубой. Однако позднее, в 1624 г., Галилей построил новый микроскоп с очень короткофокусными линзами и подвижным столиком.

Первый телескоп Галилея состоял из плоско-выпуклой линзы (объектив) и плоско-вогнутой линзы (окуляр). Труба была сделана из свинца. Телескоп давал трехкратное увеличение. Последующие телескопы, построенные Галилеем, давали увеличение в 20—30 раз. Трубы их

Микроскоп Галилея



Телескоп Галилея

делались из специальной твердой бумаги (типа картона). Параметры двойного телескопа следующие: длина труб 122 и 93 см при отверстиях 44 и 14 мм. Телескоп сохранился в музее истории науки во Флоренции.

Как проводил Галилей свои первые, достаточно точные наблюдения, неизвестно. Считают, что многие наблюдатели, располагавшие телескопами Галилея, не смогли убедиться в правильности ряда некоторых его открытий из-за отсутствия хороших штативов. Вероятно, мастерство Галилея позволило ему как наблюдателю обойти эти трудности.

Галилей сделал много телескопов по заказам разных стран, а также частных лиц. С этой целью он организовал в Падуе специальные токарно-столярные и литейные мастерские, а во Флоренции, по-видимому, оптические.

Первые астрономические наблюдения Галилей произвел в Падуе еще до постройки телескопа, когда в созвездии Змееносца произошла мощная вспышка сверхновой звезды. С примитивной угломерной установкой, подобной установкам Тихо Браге — предшественника Галилея, удалось определить положение «вспыхнувшей» звезды и показать, что оно сохраняется неизменным относительно соседних «неподвижных» звезд. Таким образом, наблюдения Галилея показали, что Сверхновая Змееносца на-

ходится далеко за пределами солнечной системы. Это открытие опровергало еще одно утверждение Аристотеля, состоявшее в том, что в сфере «неподвижных» звезд все неизменно, а различные необыкновенные небесные явления, например, появление комет, считали происходящими в атмосфере Земли.

Построив телескоп, Галилей вскоре в торжественной обстановке продемонстрировал его действие на башне св. Марка в Венеции. В дальнейшем он неоднократно показывал в телескоп различные небесные тела горожанам Падуи, Венеции и Флоренции. Показ сопровождался блестящими пояснениями и даже лекциями.

Телескоп произвел ошеломляющее действие на современников. Галилей становится ученым, которого знает вся Европа. Телескопы, названные «голландскими (или нидерландскими) трубами» (так как их раньше начали делать в Голландии), вскоре получили распространение по всему миру. В частности, в России они появились вскоре после постройки их Галилеем. Об этом имеются сведения в описи имущества царя Михаила Федоровича (1613—1645), а также в других документах. В середине XVII в. подобные «трубочки, что дальнее, а в нее смотря видитца близко», продавались в московских рядах.

Интересно, что Галилей вел длинные (в течение 20 лет) дискуссии о телескопе со многими современниками, особенно с иезуитом Орацио Грасси. Последний считал, что телескоп увеличивает только до определенных расстояний, и мотивировал это тем, что далекие звезды при наблюдении глазом видны большими, чем при наблюдении в телескоп. В том споре, как заметил С. И. Вавилов (1943), Грасси стоял на более правильной позиции. Он как бы чувствовал влияние тогда еще не изученной дифракции, т. е. волновых свойств света. Однако Галилей, разбивший аргументы Грасси, стоял на принципах геометрической оптики, что для того времени было более целесообразным, более прогрессивным. К сожалению, всеми ожидавшаяся в те времена «Оптика» Галилея, где была бы изложена теория телескопа и другие оптические явления, так и не появилась.

Систематические телескопические наблюдения начались 7 января 1610 г. Это было началом новой эпохи в науке.

Результаты своих наблюдений в период с 7 января по 2 марта 1610 г., содержащие и критический разбор материала, Галилей опубликовал в «Звездном вестнике». Первые же одиночные наблюдения он описал в письме к Антонио Медичи.

Галилей сделал следующие телескопические открытия:

Первое. Он не только обнаружил на Луне горы и пики, хребты и долины, кратеры и валы, но и оценил высоту гор; самые высокие горы оказались около 7 км, что совпадает с современными определениями. Галилей заметил, что Луна во многих отношениях похожа на Землю. Это лишило последнюю особых, уникальных свойств во Вселенной, что в свою очередь вполне гармонизировало с учением Коперника. Кроме того, Галилей заметил, что на Луне нет облаков.

Второе. Юпитер (как оказалось при наблюдениях) имеет три спутника типа Луны, а позднее Галилей открыл еще один спутник и определил их периоды обращения. Он много лет изучал их движение. Таким образом, Юпитер как бы оказался миниатюрной солнечной системой. Это также подтверждало взгляды Коперника.

Изучив движение спутников Юпитера, названных позднее¹ «Ио», «Европа», «Ганимед» и «Каллисто», Галилей пытался использовать закономерности их движения для решения важнейшей практической задачи — определения долгот на море.

Многие современники Галилея сначала не поверили в его замечательное открытие. Так, профессор того же Падуанского университета Кремонини на предложение Галилея посмотреть в телескоп ответил: «К чему мне смотреть в телескоп, когда я и без того знаю, что спутников у Юпитера нет и не может быть».

Однако, когда открытие Галилея подтвердили многие другие, то его оппоненты стали утверждать, что открытие ошибочно в том смысле, что спутников у Юпитера не четыре, а гораздо больше. Однако следующий, пятый спутник Юпитера (V), не получивший названия (как и последующие), был открыт при помощи 91-сантиметрового ликского рефрактора через 282 года (9 сентября 1892 г.)! В настоящее время известны 12 спутников Юпитера, они открыты в основном на фотоснимках.

Стремясь уточнить движение спутников Юпитера, Галилей применил прибор, являющийся прототипом микрометра. Не будучи в состоянии продолжать свои наблюдения (после 1619 г.), он привлек к ним своего ученика и последователя В. Рениери (1606—1647). Синодические обороты спутников Юпитера, выведенные ими обоими из наблюдений, оказались близкими к современным, особенно для второго спутника. Это тем удивительнее, что телескопы и микрометры Галилея весьма примитивны, а измерения времени были не точны.

¹ Галилей назвал их в честь Медичи «Медичейскими планетами».



Портрет Галилея. Гравюра XVIII в.

Третье. В телескопе Галилея Млечный Путь «распался» на отдельные, более слабые звезды. В скоплении «Ясли», видимом как светлое пятно в созвездии Рака, Галилей обнаружил 40 звезд. В созвездии Тельца, в скоплении «Плеяд» он вместо шести-семи звезд, видимых невооруженным глазом, обнаружил 36 звезд.

Большое скопление звезд Галилей обнаружил и в Орионе.

Из телескопических наблюдений Млечного Пути Галилей делает вывод о том, что «Галактика не представляет собой ничего иного, как скопление бесчисленного множества звезд, как бы расположенных в кучах;... количество же звезд, более слабых, не допускает вообще никакого подсчета».

Четвертое. Кольца Сатурна. Галилей перед отъездом из Падуи во Флоренцию заметил, что

Сатурн в его телескоп представляется тройной звездой, т. е. в виде тесно расположенных трех тел — двух маленьких по краям и одного большого в центре. Галилей дал сообщение об этом открытии по обычаю того времени в виде анаграммы «Крайнюю планету я наблюдал тройною». Затем видимость деталей планеты стала хуже, и Галилей позднее, в 1612 г., наблюдая лишь один диск, решил, что раньше он ошибся. Тайна Сатурна была полностью разгадана только через 45 лет — в 1655 г. голландцем Х. Гюйгенсом (1629—1695).

Пятое. Фазы Венеры. Переехав в октябре 1610 г. во Флоренцию, Галилей продолжал там свои телескопические наблюдения и сделал при этом одно из важнейших открытий: он обнаружил фазы у Венеры. В тот период он видел планету в виде тонкого блестящего серпа и сообщил об этом в виде анаграммы, которая расшифровывается так: «Венера подражает формам Цинтии» (Луны). Венера, как и Луна, оказалась несамосветящимся, а освещенным Солнцем телом. Изучение изменений фаз Венеры подтверждало гелиоцентрическую систему мира.

Галилей писал (в 1613 г.): «Эти явления — фазы Венеры — не оставляют никакого сомнения в том, как происходит движение Венеры; мы с абсолютной необходимостью приходим к выводу, соответствующему выводу пифагорийцев и Коперника, что она обращается вокруг Солнца подобно тому, как вокруг него же, как центра, обращаются и прочие планеты».

Шестое. Пятна на Солнце. Во Флоренции же в 1610 г. или даже еще в Падве (перед отъездом) в сентябре того же года Галилей открыл на поверхности Солнца темные пятна. По их перемещению от восточного края Солнца к западному Галилей определил период осевого вращения Солнца в 28 суток (современное значение 28,3). Он же обнаружил, что пятна имеют ядро (или тень) и полутень и возникают в ограниченном поясе экваториальных широт ($\pm 30^\circ$). Пятна на Солнце одновременно с Галилеем, по-видимому, независимо от него открыли Фабриций в Голландии, Гарриот в Англии и Шейнер в Германии (в Ингольдштадте). Но ими появление пятен неправильно объяснялось прохождением по диску Солнца планет, в частности, Меркурия, или облаков пара (между Солнцем и Меркурием), а также другими явлениями. Только Галилей в книге «О солнечных пятнах» (1613 г.) дал правильное их объяснение. Изучая движения пятен, Галилей заметил, что их скорость у «края» диска Солнца значительно меньше, чем в центре. Кроме того, приближаясь к краю диска, пятна сжимаются по ширине. Это явление он считал действием пер-



Титульный лист книги Галилея «Диалог о двух системах мира: птолемеевой и коперниковой»

спективы. Но проявление ее в такой сильной форме заставило считать, что пятна очень близки к поверхности Солнца. Вычисления Галилея показали, что практически они «лежат» на поверхности Солнца и, вероятно, неразрывно связаны с ним.

Галилей впервые наблюдал единичные пятна осенью 1610 г. Живя во Флоренции, осенью 1612 г. Галилей заметил группу пятен. При этом взаимное расположение их отдельных членов изменялось. Галилей обнаружил, что только дважды в году — 10 июня и 10 декабря движение пятен по диску Солнца было прямолинейным. В остальное время оно было криволинейным, причем кривизна непрерывно изменялась. При этом траектории пятен иногда выгибались к северному полюсу, а иногда к южному. Это явление Галилей правильно объяснил наклоном экватора Солнца к эклиптике, который в настоящее время определяют в $7^\circ,5$.

Одно из больших пятен, наблюдавшихся в это время, приписывалось Меркурию (оно наблюдалось восемь дней). Галилей опроверг это мнение, показав, что Меркурий так долго не мог находиться в соединении с Солнцем. Галилей утверждал (1632 г.), что характер движения солнечных пятен может быть объяснен лишь

DISCORSI
E
DIMOSTRAZIONI

MATEMATICHE,

intorno à due nuove scienze

Attenenti alla

MECANICA & i MOVIMENTI LOCALI;

del Signor

GALILEO GALILEI LINCEO,

Filosofo e Matematico primario del Serenissimo
Grand Duca di Toscana.

Con una Appendice del centro di gravità d'alcuni Solidi.



IN LEIDA,

Appresso gli Elzevirii. M. D. C. XXXVIII.

Титульный лист «Бесед»

после принятия гелиоцентрической системы Коперника.

Седьмое. Лунная либрация. Блестящие телескопические открытия Галилея в 1610 г. в Падуе и Флоренции, завершённые подробным изучением солнечных пятен в 1612 г., долго не пополнялись новыми. Лишь в 1632 г. в книге «Диалог о двух системах мира: птолемеевой и коперниковой» (сначала в рукописи — в 1630 г. — из цензурных соображений книга была названа «Диалог о приливах и отливах») Галилей упоминает о новом явлении — «лунной титубации» — известном теперь под названием «лунная либрация».

Замечательные открытия Галилея, его непрерывные и успешные научные споры с иезуитами, переходившие обычно в общастрономические и философские, а также споры о приоритете, создали ему множество врагов, среди которых, по-видимому, особенно выделялся Х. Шейнер, считавший, что он первый открыл солнечные пятна.

Инквизиция была весьма обеспокоена тем, что учение великого польского ученого Копер-

ника о движении Земли вокруг Солнца так блестяще подтверждается открытиями Галилея.

В связи с подготовкой инквизицией запрещения учения Коперника Галилей в декабре 1615 г. вторично посетил Рим. По приказу папы Павла V кардинало Беллярmino посоветовал Галилею отказаться от упоминания учения Коперника, ибо консультантами инквизиции было признано, что оно «глупо, бессмысленно, формально, еретично и по меньшей мере ошибочно в отношении веры». Согласно акту от 26 февраля 1616 г. Галилей по предписанию папы и конгрегации инквизиторов согласился повиноваться и обещал отказаться от учения, что Солнце находится в центре Вселенной и неподвижно, а Земля движется вокруг него. 5 марта 1616 г. было занесено в список запрещённых книг «впредь до исправления» великолепное сочинение Коперника «Об обращении небесных сфер», изданное в Нюрнберге в 1543 г.

Галилей несколько лет был принужден почти полностью перестать издавать свои труды и вести переписку с друзьями и оппонентами по вопросам гелиоцентрической системы мира. Лишь в 1623 г. он издаёт памфлет или полемический труд «Пробирщик», в котором в завуалированной форме касается учения Коперника.

В 1624 г. Галилей закончил книгу «Послание к Франческо Инголи», в которой подходит к идее бесконечности Вселенной, о подобии Солнцу удалённых звезд и т. д. Через восемь лет следует великолепное сочинение о мироздании, пророческое в астрономическом отношении, с блестящим остроумным предисловием. Это был «Диалог о двух системах мира: птолемеевой и коперниковой». Рукопись, задуманная ещё в 1610 г., была готова в 1630 г. и напечатана после проверки цензора и разрешения Рима во Флоренции в январе 1632 г. В «Диалоге» в форме беседы трех человек учение Коперника было изложено и обосновано как одна из гипотез. Её-то и защищал Галилей под именем одного из собеседников Сальвиати.

Но иезуиты — враги Галилея — разгадали сущность книги, и после ряда их доносов запрещено было продавать книгу, а в феврале 1633 г. автор — 69-летний учёный был вызван в Рим на суд инквизиции. Галилея трудно было обвинять открыто, так как книга напечатана с разрешения цензора, а в 1616 г. перед изданием декрета Галилей не давал обещания не исследовать доктрины Коперника как гипотезы, а лишь обещал ничего не писать в защиту этого учения. Но его все-таки обвинили в нарушении декрета 1616 г. и 21 июня 1633 г. вынудили подписать «отречение».

Приговор, вынесенный Галилею, и декрет, запрещающий «Диалог» вместе с книгами Ко-

перника («Об обращении небесных сфер») и Кеплера («Сокращенное изложение коперниковой астрономии»), запрещенными в 1616 г. и позднее, нанесли науке огромный ущерб.

Только в 1822 г. коллегия кардиналов решила в католических странах излагать учение Коперника, так остроумно и разносторонне обоснованное телескопическими наблюдениями Галилея. Формально же только в индексе запрещенных книг 1835 г. (!) уже не встречается имен Коперника, Галилея, Кеплера и др.

Иезуиты понимали вынужденность признания Галилея, и он оставался под надзором инквизиции до конца своей жизни. Его сослали на виллу близ Рима, а затем в деревушку Арчетри близ Флоренции.

Измученный, страдавший от учиненного за ним надзора в «тюрьме Арчетри» (так Галилей называл свое местопребывание), изолированный от друзей и «общества» любимых телескопов, Галилей все же продолжал заниматься теоретическими вопросами астрономии и механики. Одновременно он продолжал решать задачи об определении долгот на море по движениям спутников Юпитера (сохранилась его переписка с правительством Голландии по этому во-

просу), о полете снарядов, о фортификациях и т. д. В этот же период в своей работе «Беседы и математические доказательства, касающиеся двух отраслей науки», он обобщил все свои исследования в области механики.

Однако зрение ученого слабело. Болезнь глаз была безусловно ускорена тем, что сначала Галилей наблюдал Солнце (у горизонта) в телескоп без всяких заслонов от яркого света и лишь впоследствии стал применять зеленый фильтр (между глазом и окуляром) и проекцию на экран.

В 1636 г. Галилей ослеп, но потом зрение ненадолго возвратилось, а в 1638 г. наступила полная слепота. Через четыре года, в 1642 г. Галилей скончался.

С 1737 г. гробница Галилея находится во Флоренции в церкви Санта-Кроче, там, где покоится прах Микеланджело, умершего в год и месяц рождения Галилея.

Заслуги Галилея перед наукой грандиозны. Мы чтим память Галилея как великого ученого-механика, отличного оптика и основателя наблюдательной телескопической астрономии, как борца за материалистическое понимание явлений природы, как человека, поколебавшего устои католической церкви.



ИМЕЕТ ЛИ СОЛНЦЕ ЗАРЯД?

Для решения этого вопроса австралийские ученые предлагают запустить одновременно два спутника на гелиоцентрические орбиты — один по часовой стрелке, другой — против. Это позволит определить знак заряда, если он существует. По гипотезе В. А. Бейли (Сиднейский университет), основанной на измерениях магнитного поля в космосе, Солнце обладает значительным отрицательным зарядом.

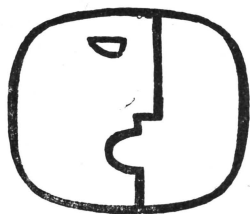
РАЗМЕРЫ И ФОРМА МАРСА

На французской обсерватории Пик-дю-Миди были проведены интересные измерения поперечника Марса. Они велись во время трех сближений Земли и Марса — в июне 1954, сентябре 1956 и ноябре 1958 гг., когда видимые размеры планеты были максимальными. Наблюдения выполнялись с пятью различными цветными фильтрами. Во всех цветах размеры планеты оказались одинаковыми. Таким образом, наблюдавшийся некоторыми учеными эффект увеличения диаметра планеты с уменьшением длины волны света, в котором велось наблюдение, не подтвердился.

Экваториальный диаметр Марса оказался равен 6790, а полярный — 6710 км. По небесно-механическим данным, масса Марса оценивается в $6,606 \cdot 10^{28}$ г. Отсюда следует, что средняя плотность этой планеты равна $4,09 \text{ г/см}^3$, что несколько больше значения, принимавшегося ранее ($3,99 \text{ г/см}^3$).

НОВЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

С 48-дюймовым шмидтовским телескопом астроном Лейтен (США) нашел три газовые туманности, которые отличаются двумя интересными особенностями: с одной стороны, они обладают большим показателем цвета, т. е. они красные, с другой, имеют большие собственные движения и, следовательно, находятся близко от нас. Одна из этих туманностей, находящаяся в Гиадах (ее угловые размеры $4'' \times 20''$), вероятно, связана с большой туманностью, окутывающей звезды скопления. Две другие, меньшие по размерам, компактны и лежат в светлых областях неба. Их диаметры от 100 до 500 астрономических единиц. Информационная заметка в Гарвардской карточке от 1 апреля 1964 г. отмечает, что диаметры туманностей по величине совпадают с размерами гипотетических прототуманностей, из которых образуются планетные системы.



СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

ХІІ СЪЕЗД МЕЖДУНАРОДНОГО АСТРОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА

*Д. Я. МАРТЫНОВ,
профессор*

В 1922 г. небольшая группа астрономов собралась в Риме и учредила Международный астрономический союз (МАС) для того, чтобы координировать усилия астрономов разных стран в изучении Вселенной. Небо для всех одно. На нем миллиарды небесных светил, каждое из которых может быть исследовано любым ученым. Но на чем сосредоточить внимание? Какие десятки или сотни тысяч из миллиардов звезд изучать (ведь все изучить невозможно!)? Как установить единообразие способов исследования, как избежать параллелизма в исследованиях и т. п.?

Все это стало предметом забот МАС. Немалую роль должны были сыграть личные контакты между учеными разных, иногда очень удаленных друг от друга стран, обмен идеями, споры о результатах научного анализа различных астрономических проблем.

Было решено созывать съезды МАС каждые три года, и этому правилу твердо следовали до второй мировой войны, которая нарушила режим съездов на десять лет. С 1948 г. съезды МАС восстановились с прежней регулярностью. Десятый съезд состоялся в 1958 г. в Москве, одиннадцатый — в 1961 г. в Беркли (США) и, наконец, двенадцатый — в 1964 г. в Гамбурге (ФРГ).



Одно из зданий Гамбургского университета, в котором проходили заседания съезда

В 1922 г. МАС распределил работу между 32 комиссиями; 20 из них за сорок с лишним лет потеряли свою актуальность и были упразднены, другие слились или были переименованы. Однако развитие науки требовало организации все новых и новых комиссий, так что к XII съезду число их достигло 37, а на самом съезде организована 38-я комиссия.

Если в 1922 г. в Риме главенствовали такие комиссии, как комиссия по изменяемости широт, карты неба, звездной фотометрии, или службы времени, то в 1964 г. основной тон задавали многолюдные комиссии по радиоаст-

рономии, по строению Галактики, по галактикам вообще и комиссия по наблюдениям за пределами атмосферы — самая молодая из всех.

На съезде в Риме присутствовали 83 астронома от 18 стран¹, на съезде в Гамбурге было 1100 человек от 43 стран; из них только два делегата участвовали в римском съезде!

По приблизительной оценке, около 300 делегатов были впервые на съездах МАС. Это — молодежь. Многие из них вошли в астрономию совсем недавно, а многие даже не считают себя астрономами, тем не менее они оказались вполне «на месте». Это — радиофизики, физики-ядерщики, физики-конструкторы приборов, запускаемых в космос, и т. п. Эти люди — характерная особенность современной астрономии, которую отличает тесный контакт с физикой, обмен проблемами и решениями с ее наиболее актуальными разделами.

В трехлетие между съездами делами МАС ведает Исполнительный комитет, возглавляемый президентом Союза. Он избирается на один срок. В исполком входят также генеральный секретарь с ассистентом и шесть вице-президентов. С совещательным голосом в исполком входят президент и генеральный секретарь предыдущего состава. На съезде МАС в 1961 г. президентом избран академик В. А. Амбарцумян. Генеральным секретарем еще в 1958 г. избран английский астроном Садлер. Именно на плечи этих двух лиц ложилась подготовка к съезду, включавшая сбор отчетов о развитии науки от всех 37 комиссий, печатание их текстов в предварительной форме (окончательная вырабатывается на заседаниях комиссий во время съезда) и рассылка их членам МАС до съезда. Насколько это трудоемкое дело, можно судить по тому, что отчет к XII съезду составил том из 700 страниц большого формата. К составлению отчета привлекалось много сотен членов МАС, так что активная работа по организации съезда началась не менее чем за год до его проведения.

Далее надо было подготовить к съезду все необходимое в месте его проведения. Задача эта не из легких, если иметь в виду, что ожидалось около 1000 делегатов, а сверх того 300—400 членов их семей. Выполнение такой задачи обычно берет на себя правительство страны, где проходит съезд. В 1961 г. было принято приглашение Федеративной Республики Германии созвать съезд в Гамбурге. Германские астрономы создали свой оргкомитет под председательством проф. Гафнера, и. о. директора

Бергедорфской обсерватории. Работал также и национальный оргкомитет, возглавляемый Ленцом — министром научных исследований боннского правительства.

Размещение полутора тысяч человек в гостиницах такого большого города, как Гамбург, не составляло затруднений. Легко решался вопрос их питания — частично в ресторанах, частично в студенческой столовой университета. Гамбургский университет, заново отстроенный после второй мировой войны, предоставил места для всех заседаний, выставок и вспомогательных служб съезда. По плану съезд должен был проходить с 25 августа по 3 сентября, и эти сроки были строго выдержаны. Повестка дня, разработанная заранее, подверглась лишь незначительным изменениям. Было предусмотрено и проведено много дополнительных мероприятий: осмотр Бергедорфской обсерватории и других научных учреждений, посещение музеев, оперы, концертов, а также поездка вечером в субботу и на весь воскресный день по исторически интересным местам городов Любека, Целле, Люнебурга и др.

Советская делегация, возглавляемая академиком В. А. Амбарцумяном, состояла из 32 человек.

Торжественное открытие XII съезда МАС состоялось 24 августа в Auditorium maximum Гамбургского университета. Началось оно концертом: камерный струнный оркестр исполнил несколько старинных и современных музыкальных пьес. После этого президент МАС произнес краткое вступительное слово и формулу открытия съезда на четырех языках, затем были заслушаны приветствия: от сената г. Гамбурга, от университета (ректор проф. Шпернер), от министерства научных исследований и от Бергедорфской обсерватории (проф. Гафнер). В тот же день, тотчас после обеда состоялась деловая Генеральная ассамблея (т. е. пленарное заседание), на которой были поставлены и разрешены все назревшие организационные вопросы.

Наступили дни напряженной работы. Организационные вопросы каждая комиссия рассматривала самостоятельно, научные же заседания нередко проводились объединенно в составе двух и более комиссий. По самым актуальным темам современной астрономии были проведены так называемые объединенные дискуссии, охватывающие интересы многих комиссий и, следовательно, многих членов съезда. Таких дискуссий было семь, а именно:

1. Радиогалактики.
2. Система астрономических постоянных МАС.
3. Тесные двойные звезды.

¹ Только семь человек из них здравствуют ныне. Среди них старейший — Э. Гердшпрунг, который вступил в 92-й год жизни.

4. Туманность Ориона.
5. Местная структура и движения в Галактике.
6. Теория аэродинамических явлений в звездных атмосферах.

7. Результаты полета ракеты «Рэйнджер VII».

В них, а также в специально подготовленных крупных учеными пленарных докладах (так называемая «речь по приглашению») сосредоточилось большинство наиболее интересных научных новостей съезда.

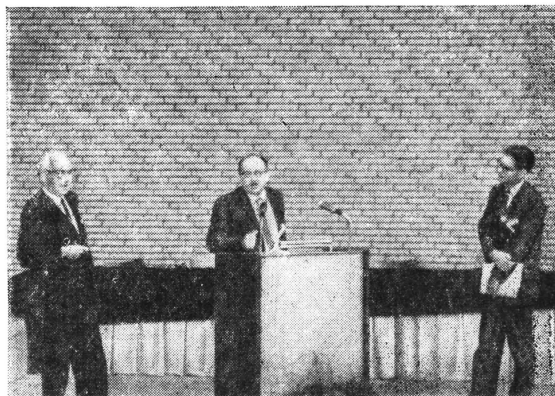
Пленарные доклады сделали проф. А. Б. Северный (СССР) «О солнечных магнитных полях», проф. Л. Гольдберг (США) «Некоторые аспекты космической астрономии» и проф. Ян Оорт (Голландия) «Строение и эволюция галактической системы».

Нет никакой возможности изложить все богатое научное содержание XII съезда МАС. Ограничимся рассказом о самом интересном, что автор лично слышал и видел.

Быть может, наиболее острым был вопрос о радиогалактиках, которые вошли в науку под неправильным названием радиозвезд, потому что название радиогалактики было ранее присвоено замечательным во многих отношениях галактикам, дающим мощное радиоизлучение, но не столь загадочным, как те, что стали нам известны совсем недавно. Они получили название радиозвезд еще и потому, что их видимые угловые размеры ничтожны; однако они находятся от нас так далеко, что их истинные линейные размеры, даже при очень малых угловых, все же превышают размеры звезд на много порядков. Их можно было бы считать сверхкарликовыми звездными системами, если бы они в радиодиапазоне не излучали энергии больше, чем самые гигантские галактики. Без преувеличения можно сказать, что радиозвезды — это самые отдаленные «маяки Вселенной», свет от которых идет к нам 3—4 миллиарда лет.

Но какова их физическая природа? На объединенной дискуссии по радиогалактикам не было недостатка в теориях, «объясняющих» радиозвезды. Дело в том, что космическое тело, излучающее столь большую энергию, должно иметь огромную массу — в миллион раз больше массы Солнца. Но такое количество вещества, находящееся в небольшом объеме, неустойчиво и стремится к сжатию, к уплотнению и даже к сверхуплотнению, меняющему привычные свойства материи. Понятно, что при уменьшении размеров такой сверхзвезды происходит освобождение огромных запасов потенциальной энергии, что может привести к разогреванию и излучению. Но излучение радиозвезд — нетепловое. Более того, спектраль-

ные наблюдения радиозвезд показывают не катастрофическое сжатие (коллапс), а бурное расширение со скоростями до 3500 км/сек, так же как и у некоторых более близких к нам галактик, где наблюдается активность ядра, выбрасывающего из себя газовые массы. Все это было предметом оживленного обсуждения на объединенной дискуссии и в комиссиях, но вопрос до конца еще не ясен для астрономов.



Выступление Мак Кри на объединенной дискуссии по радиогалактикам. Председательствует проф. Деннис (слева)

Много внимания на съезде уделили строению Галактики и ее эволюции (объединенная дискуссия и пленарный доклад). Примечательно, что на съезде были доложены новые наблюдательные данные. О них было заранее сообщено профессору Оорту, так что в своем докладе он сумел сконцентрировать самые свежие идеи и факты¹. Особенный интерес привлекли к себе открытые в Австралии газовые облака, расположенные в самом центре нашей Галактики и состоящие из молекул гидроксидов ОН. Общее количество гидроксидов, найденное здесь, столь велико, что можно думать, будто по какой-то причине в центре Галактики все атомы кислорода вступили в соединение с атомами водорода. Вместе с тем из радионаблюдений гидроксильных облаков следует, что газовые массы в центре нашей звездной системы охвачены быстрым вращением, на фоне которого появляются бурные движения отдельных мелких сгущений газа. В то же время выявляется и последовательный отток вещества из центра Галактики, для которого пока не найдено определенной компенсации притоком. Впрочем, возможно, что недавно (около

¹ Перевод доклада проф. Оорта будет опубликован в ближайших номерах нашего журнала.

30 миллионов лет назад) в ядре Галактики произошел исполинский взрыв, остатки которого мы и видим в движениях газовых масс. В других галактиках такая активность ядер наблюдается довольно часто, что подкрепляет идею, высказанную несколько лет назад академиком В. А. Амбарцумяном, об особом состоянии материи в малых ядрах галактик.

Еще одна объединенная дискуссия — по тесным двойным звездам — была посвящена памяти О. Л. Струве — недавно скончавшегося последнего представителя астрономической «династии Струве» (начало которой положил основатель Пулковской обсерватории В. Я. Струве).

Фактически тема тесных двойных звезд появилась на съезде закономерно как выражение нарастающего признания факта исключительной многочисленности двойных звезд, быть может, их преобладания над одиночными звездами. А раз это так, надо было разработать хотя бы самые первоначальные штрихи теории о роли и месте двойных звезд в звездной эволюции. Хотя докладчиками по этой теме выступали астрофизики (они владеют методами наблюдения тесных двойных систем), вопрос рассматривался всесторонне, даже с позиций небесной механики: ведь между звездами, движущимися близко друг к другу около общего центра тяжести, идет постоянный обмен газовыми массами, находящимися в поле тяжести одновременно обеих звезд. Наиболее интересная сторона проблемы тесных двойных звезд — это сделанное за последнее десятилетие открытие двойственности у новых звезд и у взрывчатых звезд типа *U* Близнецов. Но эта двойственность очень своеобразна: звезды, составляющие такую пару, движутся очень близко друг к другу, очень быстро (с периодом 5—4 и даже $1\frac{1}{2}$ часа) и одна из звезд пары имеет очень малую массу, хотя она и горяча и окружена горячими газовыми массами. Тем не менее у этой, меньшей по массе звезды большие размеры, а меньшая по размерам и более массивная имеет малые размеры и по свойствам своим — типично белый карлик. В системах *U* Близнецов благодаря систематическому выбросу материи также происходит непрерывное уменьшение массы одной из звезд пары до 10% первоначальной. Такую картину дают наблюдения, а теория этих явлений еще совершенно недостаточна.

Блестяще прочитанный доклад Л. Гольдберга об астрономических исследованиях, проводимых с искусственных спутников Земли и космических ракет, вызвал огромный интерес. Возможность проводить наблюдения без тяжелых помех со стороны земной атмосферы была немедленно подхвачена астрономами СССР и США.

Сейчас все это дело находится лишь в начальной стадии.

Наибольшие успехи достигнуты в изучении ультрафиолетового спектра Солнца, вплоть до длины волны 50 Å и рентгеновского солнечного излучения в области 0,1—10 Å. Гораздо меньше успехов в изучении звездных ультрафиолетовых спектров и вообще космического излучения от разных галактических и внегалактических источников радиоволн, рентгеновского излучения, излучения в инфракрасной области спектра.

В этих исследованиях видно особенно тесное сближение астрономии с физикой. Излучение Солнца в далекой ультрафиолетовой части спектра в основном исходит от атомов солнечной плазмы в очень высокой степени ионизации и в условиях чрезвычайно высокой температуры, которая совсем недавно была недостижима в лабораторных условиях. Сейчас такие температуры, правда на короткие мгновения, стали доступны, и астрономы уже кооперируются с физиками в исследовании этого состояния вещества.

С изучением звезд дело обстоит наиболее трудно: летающий вокруг Земли телескоп в течение некоторого времени (минут, десятков минут) должен быть направлен неизменно, с точностью до 1 дуговой секунды, на изучаемую звезду, а конструктивно добиться этого пока никому не удастся. Однако астрономы и конструкторы не падают духом. Поднимаются в стратосферу уже крупные инструменты и вынашиваются планы стодюймового телескопа, летающего вокруг Земли. В 1916 г. впервые был создан 100-дюймовый телескоп, остававшийся треть века крупнейшим, единственным, непревзойденным. А теперь такой же инструмент собираются запустить в космос!

Но перед учеными и конструкторами возникают не только научные и технические трудности. Главное препятствие — стоимость изготовления такого телескопа и его запуска.

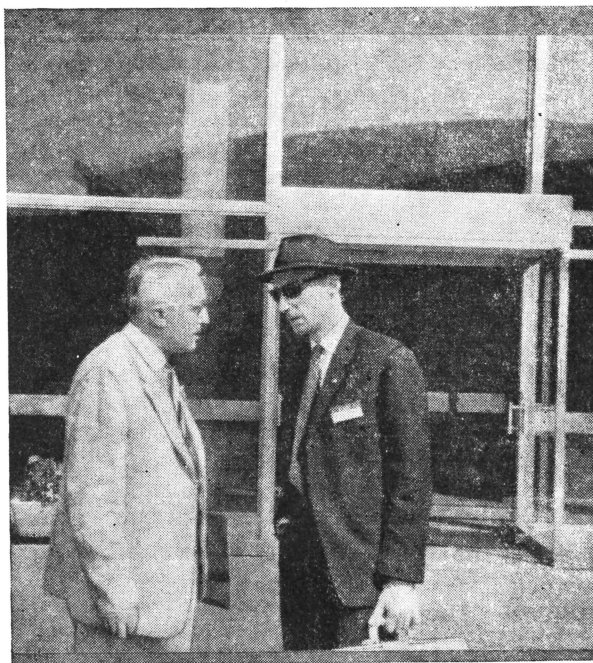
Известно, что для измерения космических расстояний в астрономии была введена своя единица длины — световой год. Он содержит в себе около десяти миллионов миллионов (т. е. десяти триллионов) километров. Проф. Гольдберг, шутя, предложил ввести новую денежную единицу — световой доллар — для исчисления космических бюджетов. Это — число уложенных в ряд долларов, которые свет пробегает за одну секунду, — приблизительно два миллиарда. Тогда стоимость одного запуска космического корабля с научным оборудованием будет составлять одну десятую светового доллара или десять световых центов! Нужны ли такие затраты для столь «отвлеченной» науки,

как астрономия? На это можно ответить тоже вопросом: а нужны ли расходы в 30 световых долларов, которые тратят США ежегодно на вооружение?

Известно, что немалых успехов космическая астрономия достигла при изучении околоземного пространства. С его материей, находящейся в разных видах, вступали в непосредственный контакт физические приборы, установленные на искусственных спутниках и космических ракетах. Попытки посылки ракет к планетам дали успешный результат пока только при изучении обратной стороны Луны советской космической ракетой в 1959 г. и при фотографировании обращенной к нам стороны Луны американской ракетой «Рейнджер VII» в 1964 г. Об этом последнем достижении космической астрономии американские ученые с большой помпой сделали доклад на вечернем заседании 31 августа. Наибольший интерес представлял доклад профессора Койпера (Аризонский университет); он рассказал об астрономических результатах эксперимента и показал отдельные фотографии Луны с близкого расстояния, а также фильм, имитировавший для зрителей полет на Луну вплоть до расстояния 300 м (т. е. за несколько десятых секунды до падения аппарата). Нужно отметить, что качество передачи изображений Луны средствами телевидения с «Рейнджера» на Землю было превосходным. На показанных нам фотографиях почти не видно обычных для телевидения строк.

Всего было получено 4316 изображений Луны, начиная с расстояния 2200 км; последнее, полученное с расстояния около 300 м, не передано полностью, так как аппарат тотчас после этого врезался в поверхность Луны и разбился. Место его падения — южная часть Океана Бурь, получившая теперь название «Познанное море» (Mare Cognitum). На последних фотографиях предел разрешения составляет 40 см, т. е. детали лунной поверхности размером в полметра уже могут быть обнаружены. Неожиданным оказалось, что лунная поверхность имеет в общем очень мягкие очертания и вся покрыта круговыми углублениями от гигантских цирков (что было давно известно) до мельчайших микрократеров, поперечником в несколько метров и меньше метра. Все они, по-видимому, одного происхождения — результат падения метеоритов, только одни — первичные, а другие — вторичные, когда от падения гигантского метеорита осколки его и глыбы взорванной им породы разбрасывались вокруг на сотни километров и, падая, образовывали свои микрократеры.

Вопросы природы лунной поверхности, как и планет, были предметом обсуждения комиссии по физике планет в более узком кругу спе-



В кулуарах съезда. Копал (Англия) и Дольфус (Франция)

циалистов. Особое внимание уделялось влиянию на поверхность Луны космических факторов, от которых Земля защищена атмосферой, например, протонное излучение Солнца, которое превращает светлые горные породы в темные, а в момент облучения сильными протонными пучками заставляет некоторые из этих пород светиться, создавая имитацию вулканических извержений.

Нужно сказать, что в Гамбурге, в отличие от предыдущего съезда МАС, не было сообщено ничего сенсационного по физике планет. Астрономы всех стран усердно изучают физические свойства планет при помощи телескопов, стоящих на Земле и летающих в стратосфере. Но все эти результаты лишь небольшая доля того, что еще остается неизвестным о планетах. Приходится считать, что лишь непосредственный полет на планеты или в ближайшие их окрестности раскроет природу наших ближайших соседей — Венеры и Марса. Здесь, кроме технических трудностей, до последнего времени возникали трудности из-за неточного знания масштаба межпланетных расстояний и планетных масс. Для коррекции траектории ракеты нужно знать не только сколько километров она прошла после старта, но и сколько километров отделяют ракету от цели. Последнее было известно лишь приблизительно, потому что единица планетных расстояний — расстояние Земли от Солнца —

была известна с недостаточной точностью. До последнего времени использовалось значение астрономической единицы (а. е.), утвержденное международной конференцией в 1896 г., $1 \text{ а. е.} = 149\,504\,000 \text{ км}$. За последующие десятилетия новые определения ее неизменно подтверждали это значение. Но когда радиофизики СССР, США и Англии произвели радиолокацию Венеры, выяснилось, что от старого значения а. е. нужно отказаться.

Комиссия МАС в Париже разработала на основе нового значения астрономической единицы новую систему астрономических постоянных. Теперь в Гамбурге эти предложения комиссии (от СССР в ней работал академик А. А. Михайлов) утверждены. Принято считать: экваториальный радиус Земли $R = 6\,378\,160 \text{ м}$; среднее расстояние Земли от Солнца а. е. $= 149\,600\,000 \text{ км}$, солнечный параллакс составляет $8''.794$.

Но практическое применение этих новых данных, видимо, станет возможным лишь с 1970 г., так как астрономические ежегодники ближайших лет уже напечатаны, а более далекие — подготовлены к печати.

Советская делегация на съезде проявила большую активность, выступая с докладами и участвуя в обсуждении докладов почти во всех комиссиях. Советские делегаты привезли с собой большое количество научной литературы, которая была выставлена в кулуарах. Всю ее разобрали иностранные астрономы.

Президентом съезда был советский астроном академик В. А. Амбарцумян; многие комиссии МАС возглавляли другие наши ученые: проф. А. Н. Дейч (комиссия 24), В. Б. Никонов (комиссия 25), академик А. А. Михайлов (комиссия 31), П. Г. Куликовский (комиссия 41), не присутствовавший на съезде проф. В. В. Федынский (комиссия 22). И при новых выборах на пост председателей нескольких комиссий вновь избраны советские ученые: член-корреспондент АН СССР О. А. Мельников, проф. С. Б. Пикельнер.

В состав членов МАС введено около 50 молодых астрономов Советского Союза.

На заключительной Генеральной ассамблее 3 сентября состоялись выборы нового исполкома МАС. По статуту должны были переизбираться: президент МАС, генеральный секретарь и его ассистент и четыре вице-президента. Единогласно, под аплодисменты делегатов были избраны: президентом проф. П. Свингс (Бельгия), генеральным секретарем проф. Ж. К. Перкер (Франция), вице-президентами — проф. У. Н. Кристиансен (Австралия), проф. А. Б. Северный (СССР), проф. В. Фрике (ФРГ) и проф. М. Шварцшильд (США). Ассистент гене-

рального секретаря д-р Л. Перек (Чехословакия). Кроме того, в составе исполкома остались от прежних выборов два вице-президента — проф. Ю. Хагихара (Япония) и д-р Г. Аро (Мексика).

Академик В. А. Амбарцумян на правах бывшего президента будет работать в составе нового исполкома МАС с совещательным голосом.

XII съезд МАС прошел очень успешно. Здесь наилучшим образом удалось объединить общие интересы 1100 ученых, представителей обширной науки. Съезд подвел итоги развитию астрономии за последние три года и наметил пути исследований по актуальным проблемам современной астрономии. Академик Амбарцумян в своей вступительной речи сказал:

«Вселенная бесконечно богата и сложна в отношении форм существования материи, по строению и активности различных ее частей. С каждым уходящим десятилетием она выступает перед нами в новом, до сих пор не известном аспекте. Но чтобы ускорить ее изучение, необходимо все большее сотрудничество астрономов разных стран. Конечно, изменения форм работы и организации нашего союза неизбежны. И мы обязаны приспособляться к этим изменениям нашей науки. Но я верю в яркую будущность нашего союза».

Эти слова нашли подтверждение во всей деятельности съезда.

Недостаток места не позволяет автору рассказать здесь об организации быта и небольшого досуга, которым располагали участники съезда. Мы вспоминаем обо всем этом с чувством благодарности к нашим немецким коллегам, потрудившимся над организацией съезда. В личных встречах с зарубежными астрономами мы черпали уверенность в необходимости постоянных контактов между учеными как важного элемента в сохранении мирных отношений между всеми странами земного шара. Отношение к советским ученым со стороны немецких астрономов было внимательным и предупредительным, особенно во время нашей поездки по астрономическим учреждениям Западной Германии, расположенным вдоль Рейна. Но об этом в другой раз.



Почему современные радиотелескопы обладают диаметром в десятки метров, в то время как поперечник крупнейших оптических телескопов не превышает нескольких метров?

(Ответ на стр. 81)

ФОРУМ СОВЕТСКИХ ВУЛКАНОЛОГОВ

А. В. ГОРЯЧЕВ,
*научный сотрудник Института
физики Земли АН СССР*

Катастрофические извержения вулканов наряду с землетрясениями принадлежат к самым грозным стихийным явлениям природы. Они всегда вызывали ужас у людей. И это не удивительно, если вспомнить их трагические последствия.

1815 г. Зондский архипелаг. При извержении вулкана Тамбора погибло 92 000 человек. Взрыв был слышен на расстоянии 1700 км.

1883 г. Малайский архипелаг. Извержение вулкана Кракатау. Погибло 37 000 жителей. Волны, возникшие при падении обломков вулкана в море, смыли с лица земли цветущие города Анжер и Телок-Бетонг.

1911 г. Остров Лусон (Филиппины). При извержении вулкана Тааль уничтожено все живое на огромной площади. Погибло более 1300 человек.

Этот печальный список жесточайших разрушений и колоссальных жертв можно было бы значительно продолжить. Не меньшей силы извержения известны в странах Южной Америки, Японии, на Курильских и Алеутских островах, Камчатке и в других местах земного шара.

Изучая эти грозные силы природы, человек стремится не только всесторонне разобраться в них, но со свойственной ему настойчивостью пытается обратить на благо людей сопутствующие вулканизму явления. Так, в Италии, Исландии и Новой Зеландии действуют установки, использующие вулканическое тепло и пар. Ведется подготовка к созданию подобных установок на Камчатке.

С научной точки зрения вулканы интересны во многих отношениях. Они служат естественными гигантскими ходами, которые ведут в недра нашей планеты и помогают изучать происходящие в ней глубинные процессы. Режим вулканов, их эволюция, состав и температура лав и газов позволяют судить о характере этих процессов, об источниках тепловой энергии Земли, о составе пород, слагающих ее внутренние оболочки. Этим объясняется тот огромный интерес, который проявляют в последние годы к вулканологии геологи и геофизики.

В Советском Союзе огромное число действующих вулканов находится в полосе, простирающейся через Курильские острова на Камчатку. Начало систематического изучения их, а вместе с тем и формирование советской вулканологии как науки относится к 1935 г., когда по инициативе академика Ф. Ю. Левинсона-Лессинга была создана Камчатская вулканологическая станция АН СССР. В 1945 г. академиком А. Н. Заварицким организована лаборатория вулканологии. В 1962 г. на базе лаборатории и Камчатской геолого-геофизической обсерватории под руководством члена-корреспондента АН СССР Б. И. Пийпа создан Институт вулканологии Сибирского отделения АН СССР.

С 1935 г. советская вулканология далеко шагнула вперед. Накопился обширный наблюдательный материал, который требовал обобщения и широкого обсуждения. С этой целью в 1959 г. в Ереване было созвано I Всесоюзное вулканологическое совещание.

3—18 сентября 1964 г. на Камчатке состоялось второе такое совещание, на котором обсуждался разросшийся круг научных проблем и практических задач отечественной вулканологии. В Петропавловске-Камчатском собралось более 200 делегатов — вулканологов, геохимиков, геологов и геофизиков. Ученые представили 150 докладов, 40 из которых заслушаны на пленарных заседаниях. В докладах рассмотрены вопросы истории вулканизма на территории СССР, проблема глубинного строения вулканических областей, геохимия вулканических процессов, металлоносность вулканогенных формаций, а также проблемы практического использования современного вулканизма для нужд народного хозяйства.

В небольшой статье трудно даже сжато изложить суть всех проблем, рассмотренных совещанием.

На заседании, посвященном современному вулканизму и его геологическим результатам, большая группа камчатских вулканологов сообщила, например, последние данные об особенностях извержения в 1962—1963 гг. Карымского



Вулкан Кроноцкий на Камчатке

вулкана — одного из самых деятельных на Камчатке. Этот вулкан непрерывно действует в продолжение последних десяти лет. Большинство его извержений имело характер взрывов. В 1962—1963 гг. Карымский вулкан излил примерно 40 млн. м³ раскаленной лавы. Последствия его извержений незначительны, так как вулкан находится в ненаселенной местности.

Однако подобные извержения не всегда кончаются так благополучно даже в наши дни. В связи с этим всеобщее внимание привлекли доклады члена-корреспондента АН СССР Б. И. Пийна и В. И. Славина. Б. И. Пийн рассказал о катастрофическом извержении в 1963 г. вулкана Агунг на острове Бали (Индонезия), В. И. Славин — об извержении в том же районе вулкана Батур. Во время извержения вулкана Агунг (горы Богов) потоки лавы залили несколько деревень; погибло около 10 000 человек. Ближайший к вулкану, прежде цветущий край, под слоем пепла напоминал серую безжизненную пустыню.

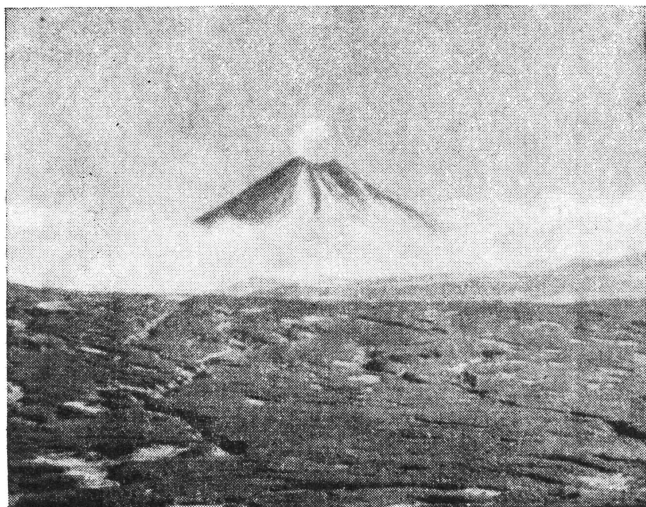
Вулкан Батур в 1963 г. извергался после 37-летнего перерыва. Со времени последнего извержения в чаше вулкана выстроилась деревня. Извержение 1963 г. полностью уничтожило эту деревню, окружающие ее рисовые поля и рощи кокосовых пальм. Погибло 50 человек.

В течение последних десятилетий умы геологов, вулканологов и геофизиков волнует вопрос о роли вулканизма в формировании вещества Земли. Этой трудной проблеме был посвящен доклад Е. К. Мархинина, по представлению которого основную роль в «наращивании» вещества земной коры играют взрывные извер-

жения вулканов островных дуг — своеобразных структурных образований, расположенных на границе материков и некоторых океанических платформ. К ним, в частности, относятся Курильская гряда, Алеутские острова и др.

Участники совещания с большим вниманием выслушали сообщение камчатских вулканологов об использовании высокотемпературных источников и пароводяных смесей Паужетского месторождения на Камчатке для нужд Петропавловска и ближайших к нему районов. В последние годы буровыми скважинами на глубине 80—330 м вскрыты высокотемпературные (до 200°) воды. Теперь решается задача получения мощного и устойчивого притока пароводяной смеси и возможности ее передачи на большие расстояния, что даст возможность обеспечить дешевым промышленным теплом парниковые хозяйства Камчатки и, следовательно, круглогодично получать овощи, которые сейчас завозятся из внутренних районов страны.

В отличие от первого вулканологического совещания, петропавловское отличалось большим числом докладов обобщающего характера. К ним, в частности, относится доклад Г. С. Горшкова «Вулканизм и верхняя мантия», а также ряд других. По мнению Г. С. Горшкова, тектоника и строение земной коры — явления взаимосвязанные. Они вызваны процессами, происходящими в верхней мантии, т. е. в той части оболочки Земли, которая расположена в интервале 30—700 км от поверхности. Вследствие этого вулканизм следует рассматривать в известной мере как индикатор процессов и состава верхней мантии.



Вулкан Ключевской (высота 4750 м). На первом плане лавовые плато Восточно-Камчатского хребта

Первая фаза извержения гейзера Большого в долине Гейзерной на Камчатке



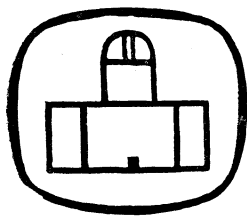
Несмотря на то, что основная часть программы совещания отводилась вулканологическим вопросам, большой интерес и широкое обсуждение вызвали доклады, посвященные геолого-географическим проблемам, в частности, глубинному строению Курило-Камчатской зоны. Большое внимание привлек доклад на эту тему С. А. Федотова, который сообщил, что кровля магмообразующего слоя под Курило-Камчатской островной дугой находится, по данным сейсмических исследований, на глубине 80 км. С близким по теме докладом выступила сахалинская группа геологов, рассказавшая о глубинном строении Курильской зоны. Особый интерес присутствующих вызвал доклад группы камчатских вулканологов, посвященный глубинному строению Авачинской группы вулканов. Их работы имеют огромное значение для прогноза извержений, тем более, что эти вулканы расположены в соседстве с Петропавловском.

На заключительном заседании состоялось чествование старейшего советского вулканолога профессора В. И. Влодавца в связи с 70-летием со дня рождения и присвоением ему звания заслуженного деятеля науки РСФСР.

Делегаты совещания совершили ряд экскурсий по Камчатке — интереснейшей области современного активного вулканизма. Они посетили Ключевскую группу вулканов (названа так по сопке Ключевской — наиболее активному и самому высокому вулкану Евразийского материка) и поднимались на действующий вулкан Безымянный. Большая группа участников совещания познакомилась с гейзерами долины реки Гейзерной. Это один из самых экзотических районов Камчатки. Долина встретила делегатов хлопотанием раскаленного пара, свистом взлетающих в небо водяных фонтанов, шумом мощных горячих потоков. Все здесь грохотало и содрогалось, как в гигантской кузнице.

В один из погожих дней состоялось восхождение на Авачинский вулкан. Делегаты заглянули в жерло этого действующего вулкана, подернутое шлейфом пара и газа. Они осмотрели также паужетские горячие ключи, горячие источники долины р. Банной в районе Петропавловска, а также ознакомились с вулканическими формациями острова Парамушир (группа северных островов Курильской гряды).

Совещание на Камчатке еще раз подтвердило возросшую роль вулканологии в развитии научных знаний о Земле, необходимость еще большего использования вулканологических исследований для решения практических задач народного хозяйства.



ПО ОБСЕРВАТОРИЯМ И ИНСТИТУТАМ

Каждую ночь раскрываются купола астрономических башен обсерваторий. Астрономы неустанно исследуют и близкие окрестности Земли, и самые «глубокие» уголки Вселенной. Наш журнал познакомит читателей с лучшими советскими и зарубежными астрономическими обсерваториями, с работой их коллективов, протекающей подчас в сложных и трудных условиях.

ОБСЕРВАТОРИЯ НА ГОРЕ КАНОБИЛИ

Г. Н. САЛУКВАДЗЕ,
кандидат физико-математических наук

В 200 км к западу от Тбилиси, на лесистых южных склонах Аджаро-Имеретинского хребта, по берегам горной речки Оцхе расположен поселок Абастумани, издавна славящийся как горноклиматический курорт.

На вершине горы, называемой Канобили, на высоте 1700 м над уровнем моря, расположена Абастуманская горная астрофизическая обсерватория Академии наук Грузинской ССР. Уже более четверти века дружный научный коллектив ведет здесь планомерные наблюдения звезд, Солнца, планет и Луны.

Чем вызвано создание обсерватории вдали от городов, в глуши гор и лесов?

РЕФРАКТОР ГЛАЗЕНАПА

В конце прошлого столетия профессор Сергей Павлович Глазенап провел две зимы в Абастумани. Располагая небольшим рефрактором, он измерял тесные двойные звезды и был весьма удовлетворен результатами наблюдений.

Высокая прозрачность и спокойствие воздуха и вследствие этого хорошие качества оптических изображений звезд позволили ему измерять тесные двойные звезды, которые в обычных условиях почти не разделимы.

Результаты наблюдений Глазенапа привлекли внимание астрономов. Однако в условиях царского режима идея создания крупного научного учреждения на периферии, вдали от центра Российской империи не могла претвориться в жизнь.

Строительство обсерватории в Грузии стало возможным лишь при советской власти, когда пробудились новые творческие силы к жизни и стали планомерно осуществляться многие научно-культурные мероприятия при общем содружестве советских республик. В 1932 г. была создана первая в Советском Союзе горная астрофизическая обсерватория. В бывшей башне Глазенапа был установлен 33-сантиметровый рефлектор, при помощи которого в течение 1932—1936 гг. велись фотографические и фо-

тоэлектрические наблюдения переменных звезд.

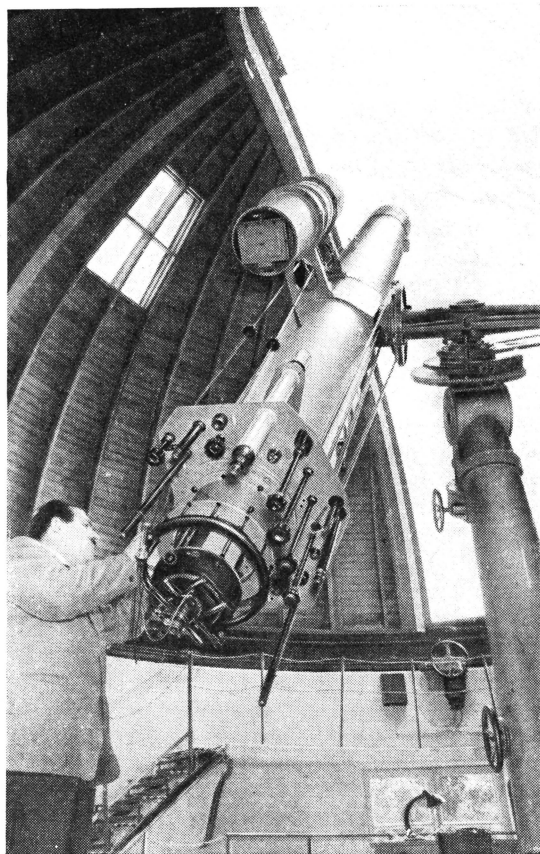
К 1937 г. на горе Канобили были построены и оборудованы первые помещения. Сюда перенесли рефлексор и установили другие телескопы. Наблюдения расширялись в последующие годы по мере строительства обсерватории и оснащения ее новым оборудованием.

ТЕЛЕСКОПЫ ГОРНОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

Самое старое на горе Канобили — белое здание, построенное еще в 1937 г. для большого рефрактора Цейсса.

Рефрактор помещен под сферическим куполом в башне диаметром 9,5 м, диаметр объектива — 40 см, фокусное расстояние — 680 см. Объектив визуальный, однако, вводя специаль-

Рис. 1. 40-сантиметровый рефрактор Цейсса с двумя 20-сантиметровыми фотографическими камерами



ную коррекционную линзу, можно фотографировать небесные объекты (рис. 1).

Заасфальтированная дорожка через тенистый сосновый парк мимо метеорологической станции ведет к двойной башне. В западной башне установлен 44-сантиметровый анаберрационный телескоп Шмидта со светосилой 1 : 1,75; в восточной помещается первенец астрономического приборостроения — 33-сантиметровый рефлексор, работающий с 1937 г. в комбинации с первым советским звездным электрофотометром В. Б. Никонова и П. Г. Куликовского. При помощи этого прибора был составлен фундаментальный каталог цветных эквивалентов звезд избранных спектральных классов. Автор работы В. Б. Никонов удостоен премии имени Ф. А. Бредихина.

На склоне горы, в небольшой башне с куполом и двух павильонах находятся инструменты для наблюдений Солнца, что в работах Абастуманской обсерватории занимает видное место. С 1938 г. действует спектрогелиоскоп — прибор, позволяющий наблюдать Солнце в заданном монохроматическом излучении. С 1956 г. визуальные наблюдения дополнены фотографическими (спектрогелиографическими) в линии кальция. Наряду с ними при помощи менискового фотогелиографа ежедневно фотографируется фотосфера Солнца.

В 1957 г. в Абастумани установлен новый солнечный прибор — хромосферно-фотосферный телескоп. Важный элемент его — изготовленный в Государственном оптическом институте им. С. И. Вавилова светофильтр нового типа, в котором используется интерференция поляризованных лучей. Такой фильтр выделяет узкую спектральную полосу шириной всего в 0,5 Å. Это позволяет наблюдать и фотографировать вспышки, протуберанцы и другие явления, особенно часто возникающие в периоды максимума солнечной активности. Фильтр работает в длине волны водородной линии 6562,8 Å в условиях температурного режима, создаваемого специальным термостатом.

В другом павильоне установлен солнечный инфракрасный спектрофотометр, сконструированный и изготовленный в Абастуманской обсерватории.

Заканчивается монтаж большого горизонтального солнечного телескопа и внеатмосферного коронографа.

На крыше павильона — станция наблюдений искусственных спутников Земли.

Недалеко от павильона находится лаборатория верхней атмосферы Земли. Здесь — спектрографы для наблюдения свечения ночного неба в видимом, ультрафиолетовом и инфракрасном участках спектра, электрофотометры, измеряю-

щие интенсивность света сумеречного и ночного неба, фотоэлектрический озонметр для изучения вариаций интенсивности озонного слоя в атмосфере Земли. Эти приборы позволяют исследовать физические и химические характеристики верхних слоев атмосферы.

В белокаменном здании (рис. 2), возвышающемся над террасой, в башне под 7,5-метровым куполом установлен 70-сантиметровый менисковый телескоп. В комбинации с большой объективной призмой он представляет собой самый большой и мощный из существующих ныне телескопов, созданных по оптической системе Д. Д. МаксUTOва (рис. 3). Построил его Государственный оптический институт им. С. И. Вавилова в 1955 г. Механическая конструкция телескопа выполнена Б. К. Ионни-сиани (он получил в 1957 г. Ленинскую премию за конструкцию новых астрономических инструментов). Менисковый телескоп работает в двух оптических системах при светосилах $1:3$ (фокусное расстояние 210 см) и $1:15$ (фокусное расстояние 1030 см). Перед мениском устанавливаются две объективные призмы, они дают возможность массового фотографирования спектров относительно слабых звезд (Р. И. Киладзе).

Лаборатории размещены в двухэтажной пристройке к башне менискового телескопа. В шестнадцать комнат этого здания расположены фотолaborатории, помещения для хранения негативов — «стеклянная библиотека», помещение, где собраны рабочие каталоги, звездные карты и атласы; вычислительные и рабочие кабинеты; спектральная, фотометрическая и другие лаборатории.

В отдельной маленькой башне установлен двойной астрограф. Диаметр объектива камер 20 см, а фокусные расстояния 100 см. В комбинации с одной из этих камер иногда используются объективные призмы с углами преломления 15° ; 5° и 5° .

В «стеклянной библиотеке» хранится около 20 000 негативов, полученных при помощи рефрактора, двойного астрографа, менискового телескопа и камеры Шмидта. Здесь прямые снимки звездных полей, комет, планет, малых планет, снимки, полученные через светофилт-



Рис. 2. Лабораторное здание с башней, где установлен 70-сантиметровый менисковый телескоп

ры; спектральные снимки, полученные через объективные призмы.

Какие же исследования проводятся в Абастуманской обсерватории?

ЗВЕЗДНАЯ АСТРОНОМИЯ

С первыми годами деятельности обсерватории совпало оживление в области галактических исследований, что связано с доказательством поглощения света далеких звезд в межзвездном пространстве. Обсерватория тогда же избрала в качестве своей основной задачи изучение межзвездного поглощения и роли межзвездной среды в строении Галактики. Посвятив около двух десятков лет этой задаче, обсерватория разработала и внедрила методику колориметрических и фотоэлектрических наблюдений, опубликовала обширные каталоги показателей цвета звезд и других галактических объектов, установила ряд закономерностей в распределении и свойствах межзвездной среды (Е. К. Харадзе). Теоретические исследования проблемы межзвездного поглощения привели к установлению новых закономерностей, учет которых поднял уровень исследований и точность расчетов влияния галактических колебаний света звезд.

В обсерватории по плану П. П. Паренаго выполняется фотометрическое и спектральное изучение избранных участков Млечного Пути (Н. Б. Каландадзе). Недавно опубликованы каталоги звездных величин, показателей цвета, спектральных классов и светимостей нескольких тысяч слабых звезд в участках плана Парена-

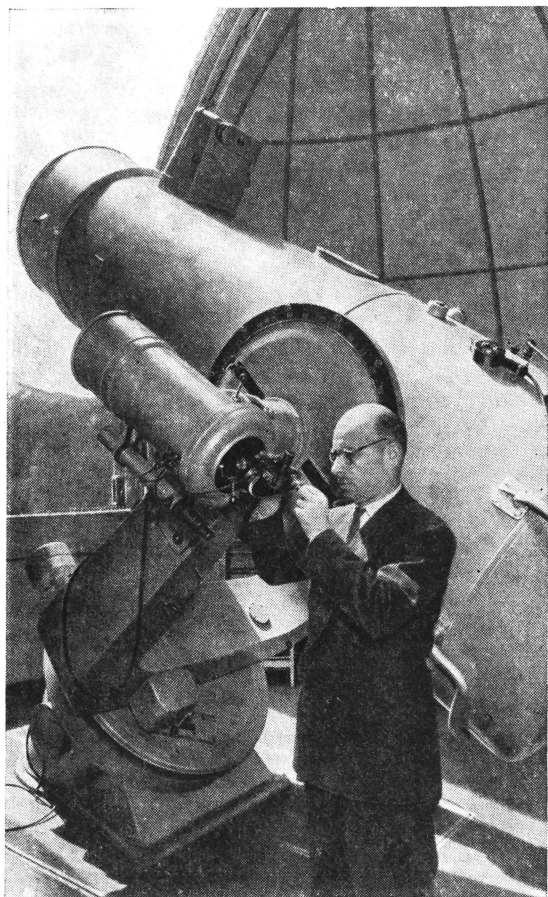


Рис. 3. Организатор Абастуманской обсерватории и ее бессменный директор профессор Евгений Кириллович Харадзе у 70-сантиметрового менискового телескопа

наго. Ведется массовая двумерная спектральная классификация звезд в участках, занятых диффузными туманностями, звездными ассоциациями и скоплениями. Опубликованы каталоги спектров и светимостей нескольких тысяч звезд в участках диффузных туманностей и скоплений (Е. К. Харадзе, Р. А. Бартая). Выявлено и классифицировано несколько звездных скоплений (М. В. Долидзе). Издан каталог астрометрических, фотометрических и спектральных характеристик звезд, составляющих кратные системы типа Трапеций (Г. Н. Салуквадзе).

В обсерватории разработан статистико-теоретический метод определения пространственной плотности звезд; он уже вошел в советские и зарубежные учебники и монографии и широко применяется при исследованиях отдельных проблем звездной астрономии (М. А. Вашакидзе). Выполнено теоретическое исследование галактических орбит звезд и получены выводы о

границах возможных движений звезд различных составляющих Галактики (Р. М. Дзигвашвили). Изучение относительных орбит звезд, выброшенных из скоплений в результате диссипации, показало, что траектории остаются почти круговыми в течение большого промежутка времени.

НОВЫЕ НЕБЕСНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Отличные телескопы Абастуманской обсерватории, исключительная тщательность работы астрономов, хорошая организация наблюдений увенчались большим успехом — открыты новые объекты. В 1941 г. Г. А. Тевзадзе открыл две новые кометы. Одна из них подверглась подробному изучению; были определены ее положения в различные моменты, изменение формы, тип хвоста и т. п.

В 1948 г. Р. А. Бартая открыла новую звезду в созвездии Змеи (N Змеи). В момент открытия звезда была сравнительно яркой, имела девятую звездную величину. Это позволило выполнить подробное спектрофотометрическое ее исследование. Установлено, что в максимуме вспышки N Змеи 1948 была пятой величины,¹ а до вспышки слабее 16-й звездной величины.

С 70-сантиметровым менисковым телескопом с большими объективными призмами С. П. Априамашвили открыл три новые звезды, которые теперь известны в мировой науке под названием Новая Щита 1958, Новая Стрельца 1960 и Новая Змееносца 1961. Им же открыты 17 планетарных туманностей, две звезды типа Вольф-Райе, три переменные звезды и одно рассеянное звездное скопление.

За последние годы М. В. Долидзе успешно исследует звезды с эмиссионной водородной линией H_{α} , пользуясь для этого 70-сантиметровым менисковым телескопом с большими объективными призмами. Одновременно изучаются связи этих звезд с темными и светлыми газовыми туманностями.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ И НЕСТАЦИОНАРНЫХ ЗВЕЗД

Исследования в Абастуманской обсерватории новых, новоподобных и других звезд большой светимости имеют больше теоретический характер и касаются оценки масс, выбрасываемых ими при вспышках. Разработан метод приближенной оценки этих масс, температуры и плотности газовых оболочек новых звезд в мо-

мент появления запрещенных линий в спектре. Выполнено подробное спектрофотометрическое исследование ряда нестационарных звезд и звезд типа Вольф-Райе, особо интересных с точки зрения звездной эволюции. При этом у звезды Р Лебеда открыты нерегулярные колебания блеска и изменение цвета. Спектрофотометрическим исследованием обнаружено избыточное ультрафиолетовое излучение звезды FU Ориона, подкрепляющее предположение о принадлежности этой звезды к типу RW Возничего. Подробным спектрофотометрическим исследованием звезды RW Возничего установлены некоторые закономерности в ходе кривой распределения энергии спектра, особенно в коротковолновой части.

Планомерными электрофотометрическими и электроколориметрическими исследованиями в Абастумани охвачено несколько десятков затменно-переменных и физически переменных звезд.

За последние годы в Абастуманской обсерватории на 70-сантиметровом менисковом телескопе с объективной призмой ведутся спектральные наблюдения короткопериодических цефеид с целью исследования непрерывных спектров в зависимости от фазы блеска. Получены значения цветовых температур и построены монохроматические кривые и кривые распределения энергии по спектру (И. Ф. Алалия).

ИЗУЧЕНИЕ СОЛНЦА

Исследования Солнца — большой раздел работы абастуманцев. Обсерватория с 1937 г. участвует во Всесоюзной службе Солнца. Этому способствует ее расположение в горном районе с благоприятным атмосферным режимом (среднее годовое количество дней с солнечными наблюдениями 300).

Наблюдая полные солнечные затмения, грузинские астрономы исследовали поляризационные свойства солнечной короны, измерили ее полное излучение и цвет.

Спектрофотометрические исследования позволили установить зависимость контуров водородных линий в спектре Солнца от фазы солнечной активности. Обнаружен ряд закономерностей в распределении вспышек по времени и по полушариям Солнца, изучено их отношение к солнечным пятнам, к напряженности магнитного поля групп пятен; исследованы кривые развития хромосферных вспышек. С помощью инфракрасного спектрофотометра исследуется эффект потемнения к краю для слабых инфракрасных спектральных линий (Ц. С. Хецуриани).

АТМОСФЕРА ЗЕМЛИ

Астрономическим наблюдениям мешает земная атмосфера, ослабляющая или полностью поглощающая излучения небесных объектов. В Абастуманской обсерватории ведутся планомерные исследования верхней атмосферы Земли (слоев на высоте 50—100 км и выше). Проводимое с этой целью изучение свечения ночного неба (рис. 4), наряду с одновременным изучением сумеречного неба и с измерениями содержания озона в атмосфере, помогает выяснить строение верхних слоев атмосферы и так называемой геокороны — внешней части земной атмосферы, которая служит как бы мостом между Землей и межпланетным пространством.

В обсерватории исследуются физические и оптические характеристики верхних слоев атмосферы, уточняющие представление о механизме воздействия на нее ультрафиолетового и корпускулярного излучения Солнца. Получены данные о суточных, сезонных, годовых вариациях фотометрических и спектральных параметров свечения сумеречного и ночного неба (Т. Г. Мегрелишвили, Л. М. Фишкова и Т. И. Торшелидзе). Эти данные уточняют наши представления о процессах в атмосфере и геокороне, об их связи с солнечной активностью. Особо нужно упомянуть исследование водорода, атомного кислорода и продуктов их взаимодействия — молекул гидроксила OH. Удалось исследовать пространственное распределение водородной эмиссии ночного неба и показать, что излучение может быть отнесено к свечению водо-

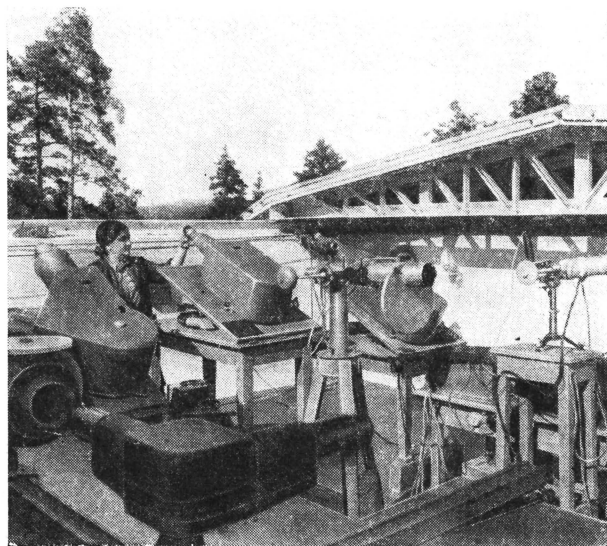


Рис. 4. Площадка для наблюдения свечения сумеречного и ночного неба

рода геокороны. На основе спектральных наблюдений водородной эмиссии в спектре свечения ночного неба впервые непосредственно из наблюдений получены данные о количестве и распределении нейтрального водорода в верхней атмосфере до высот в 3000 км (Л. М. Фишкова и Н. М. Марцваладзе).

ЛУНА И ПЛАНЕТЫ

Приближается время полетов человека на Луну и ближние планеты, что делает изучение этих небесных тел особо важным. В Абастуманской обсерватории для таких исследований используется радиоэлектроника. В целях широкого применения в астрономии методов и средств радиоэлектроники в обсерватории проводятся экспериментальные работы (Л. В. Ксанфомали-ти), созданы оригинальные новые приборы — автоматический электрополяриметр и поляризовизор, которые позволили приступить к систематическим определениям поляризационных свойств поверхности Луны и больших планет. Первые же наблюдения, проведенные В. П. Джапиашили, дали интересные результаты. Фотографии Луны, полученные в поляризованных лучах, обнаружили на ее поверхности образования, которые незаметны при визуальных и фотографических наблюдениях. Эти образования по их внешней форме названы «полярощирками» и «полярощиркратерами». Установлен также эффект инверсии поляризации вблизи полнолуния, заключающийся в переходе морей из светлых деталей на поляриметрических изображениях в темные. В ближайшие годы намечено построить поляриметрические карты поверхностей Луны, Марса и Юпитера. Результаты будут иметь большое значение для изучения физической природы строения поверхности Луны и планет.

* * *

Наш краткий очерк показывает, что в Абастуманской обсерватории активно разрабатываются актуальные проблемы астрономической науки.

Абастуманские астрономы — неперенные участники съездов, симпозиумов и сессий, проходящих в Советском Союзе и за границей. Сотрудниками обсерватории опубликовано более 600 статей, монографий, учебников, научно-популярных книг. Коллектив обсерватории пополняется талантливой молодежью. На горе Канобили всегда много приезжих, не только

студентов из различных университетов нашей страны, проходящих здесь практику и выполняющих дипломные работы, но и видных ученых из Москвы, Ленинграда и других научных центров.

В обсерваторию для работы приезжают и зарубежные ученые. В сентябре 1964 г. здесь работал директор Краковской обсерватории Рыбка, а в октябре — два молодых астронома из ГДР. В сентябре и октябре в Абастуманской обсерватории стажировал молодой датский астроном Р. Вест, изучавший в течение шести недель методику спектральной классификации звезд, разработанную Р. А. Бартая. В сентябре начал свою 6-месячную стажировку в Абастумани польский астроном М. Винярска. В октябре обсерваторию посетили известные австралийские астрономы супруги Бок. 10 октября двухчасовой доклад, сделанный проф. Бок, директором австралийской обсерватории и известным специалистом по исследованию Млечного Пути, был с интересом прослушан и оживленно обсужден в конференц-зале на горе Канобили.

Абастуманская обсерватория вместе с кафедрой астрономии Тбилисского университета заботится об общем астрономическом образовании и массово-просветительной работе в области астрономии в республике.

АСТРОГОРОДОК НА ВЕРШИНЕ ГОРНОГО ОТРОГА

Недалеко от двухбашенного здания на самой восточной окраине территории обсерватории расположены дома, спортивные площадки, цветники. В многоэтажных зданиях живут астрономы. Один из домов занят начальной школой, а в другом — общежитие студентов-практикантов. Недавно построено еще два жилых дома. Семейные астрономы живут в отдельных двух-трехкомнатных благоустроенных квартирах. Оборудован клуб, вместительный кинозал. Обсерватория имеет хорошие библиотеки научной и художественной литературы. Средняя школа есть в курорте Абастумани, и каждое утро дети работников обсерватории спускаются в школу по недавно построенной канатной дороге, которая соединяет городок астрономов с курортным поселком, расположенным на 400 м ниже.

На высокой Канобили делается многое, чтобы создать хорошие условия для жизни и трудной работы астрономов.

Так живет и трудится славный отряд советских астрономов — население астрогородка на горе Канобили.



ЭКСПЕДИЦИИ

ПУЛКОВСКИЕ АСТРОМЕТРИСТЫ В ЧИЛИ

М. С. ЗВЕРЕВ,
член-корреспондент АН СССР



Столица Чили Сантьяго. Главная улица — бульвар Б. Хиггинса

Чтобы иметь правильное представление о строении Вселенной, нужно знать расстояния до небесных светил, их пространственное распределение и закономерности движения. Необходимые для этого сведения получают путем угловых измерений на небесной сфере, которыми занимается астрометрия. Ее главная задача — создание высокоточной системы небесных координат, имеющей первостепенное значение как для небесной механики, звездной астрономии и геодезии, так и для других наук, теснейшим образом связанных с практикой.

Система небесных координат задается в виде **звездного каталога**, или списка звезд, содержащего их точные положения и собственные движения. Координаты звезд определяются на обсерваториях обычно посредством наблюдения прохождения звезд через меридиан с помощью пассажного инструмента, вертикального круга или меридианного круга. Определяя по

точным часам момент прохождения звезды через меридиан, получают одну координату — **прямое восхождение**, а измеряя при этом угловую высоту звезды над горизонтом — другую координату — **склонение**. Особенно важны **абсолютные** определения координат и соответствующие абсолютные каталоги звезд, в которые внесены результаты, строго независимые от прежних астрономических наблюдений.

Пулковская обсерватория заслужила широкую известность главным образом благодаря разработанному в ней строгим методам абсолютных определений координат светил и составленным звездным каталогам. Каталоги, полученные отдельными обсерваториями, обладают погрешностями, зависящими от несовершенства инструментов и от неизбежной неточности наблюдений. Поэтому из многих каталогов различных обсерваторий земного шара составляют сводные, или **фундаментальные каталоги**, ко-

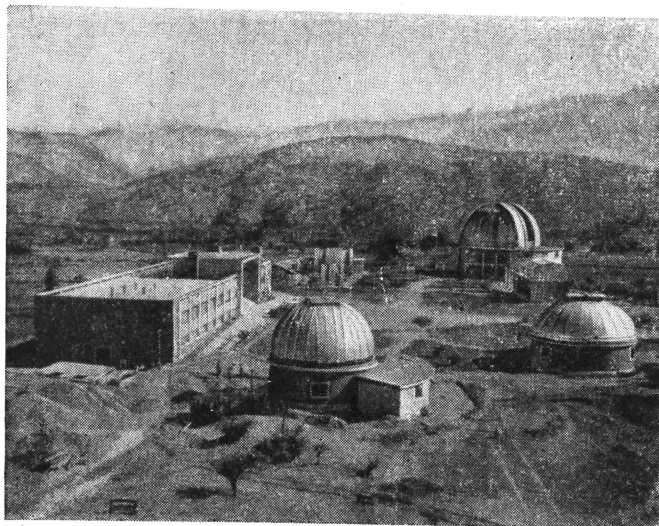
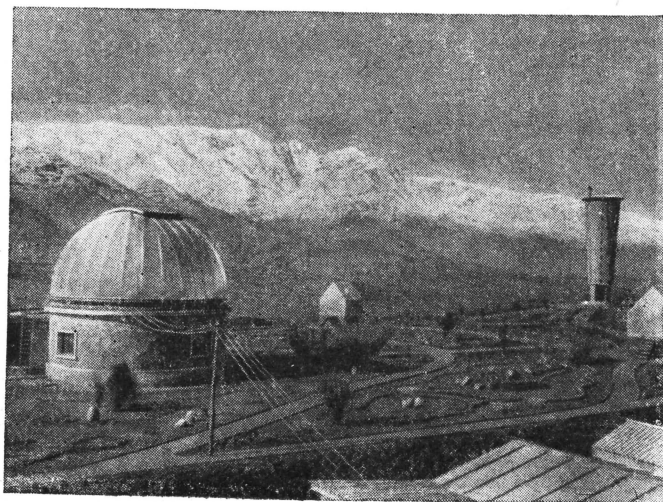


Рис. 1. Обсерватория Серро-Калан (вид с водонапорной башни)

Рис. 2. Обсерватория Серро-Калан (вид от главного здания; в малых павильонах — инструменты, привезенные из СССР)



которые и фиксируют на небе точную «фундаментальную» систему координат. Разумеется, такая система координат и соответствующий фундаментальный каталог должны охватывать все небо — от северного полюса до южного.

Подавляющее большинство обсерваторий (более двадцати), регулярно участвующих в астрометрических работах, расположено в северном полушарии. В южном полушарии в последние десятилетия регулярные астрометрические наблюдения проводились только в Кэйптауне (Южная Африка), причем каталоги этой обсерватории обнаруживают значительное расхождение с существующими фундаментальными системами. Недостаточность наблюдательного материала для южного неба остро сказалась при составлении нового фундаментального каталога FK4, недавно законченного в Гейдельберге (ФРГ).

В прошлом столетии и в начале нынешнего в фундаментальные каталоги входили преимущественно яркие звезды, доступные визуальным наблюдениям с геодезическими инструментами. В дальнейшем развитие фотографических методов привело к необходимости включения в фундаментальные каталоги не только ярких, но и слабых звезд и составления специального, весьма точного каталога, содержащего несколько десятков тысяч опорных слабых звезд и получившего название Каталога слабых звезд (КСЗ).

Впервые предложение о создании КСЗ было выдвинуто советскими астрономами в 30-х годах. Согласно этому предложению, точные координаты звезд для каталога должны быть определены из меридианных наблюдений многих обсерваторий. Для ориентирования на небе системы координат КСЗ предусмотрены наблюдения избранных малых планет, а для вывода истинных движений звезд предложены фотографические наблюдения слабых удаленных галактик, отстоящих от нас на многие миллионы световых лет и вследствие этого являющихся практически неподвижными объектами на небе.

Работы по плану КСЗ в обсерваториях СССР начались еще до Великой Отечественной войны. В международном масштабе они развернулись после VIII съезда Международного астрономического союза (МАС) в 1952 г. В южном полушарии в этих работах согласились участвовать обсерватории в Кэйптауне, а также в Ла-Плате, Сиднее и Сантьяго. Однако весьма обширная программа наблюдений, связанных с созданием КСЗ, оказалась трудно выполнимой для южных обсерваторий, где мало астрометристов-наблюдателей и не хватает необходимых инструментов. Поэтому в 1957 г. возникла идея направить советскую астрометрическую

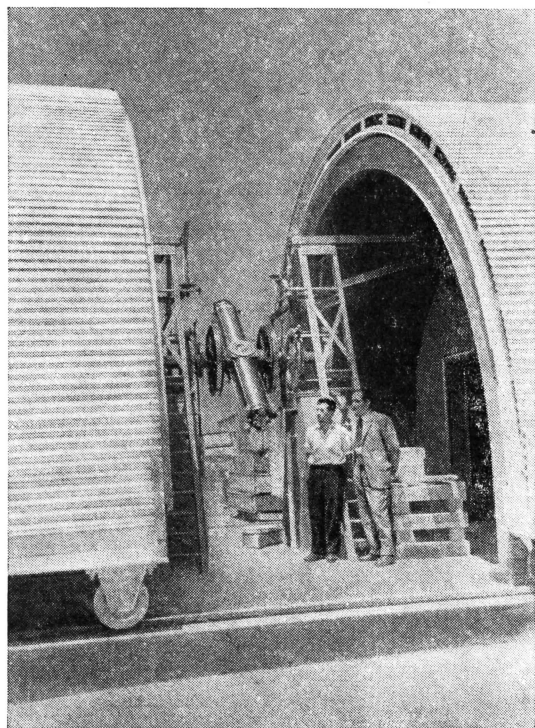


Рис. 3. Меридианный круг Репсоляда

экспедицию в одну из стран южного полушария. Когда этот вопрос был положительно решен Президиумом Академии наук СССР, автор этих строк и А. А. Немиро выступили с сообщением о предстоящей экспедиции на конференции в Цинциннати (США, 1959 г.).

Решение направить экспедицию в Чили было принято не случайно. Центральные и северные районы Чили отличаются прекрасным астроклиматом. Это, по-видимому, результат совместного влияния тропического солнца, близких снеговых гор хребта Анд и холодных из-за Перуанского течения вод Тихого океана. Температура его воды у берегов Чили никогда не превышает 15° Цельсия. В районе Сантьяго в течение года бывает в среднем около 200 ясных ночей. Средняя температура самого жаркого месяца — января $+20^{\circ},8$, самого холодного — июля $+8^{\circ},1$. Крайние температуры за последние 15 лет были $+34^{\circ}$ и -1° . Годовое количество осадков около 300 мм. Дожди, не сильные, морозящие, бывают лишь в осенне-зимний период. Ветры, как правило, слабые.

Особенно хорошие (может быть лучшие в мире!) условия для астрономических наблюдений — малая турбулентция и стабильная прозрачность воздуха — имеются в горах,

в 300—400 км к северу от Сантьяго. Это выяснилось после четырехлетних исследований астроклимата в нескольких районах Чили, которые выполнялись при участии астронома Ю. Стока (США) с целью поиска места для постройки южной обсерватории ассоциации американских университетов («AURA»). В результате астрономы США выбрали гору Серро-Тололо высотой около 2200 м, находящуюся на широте $30^{\circ},2$. Отметим, что тот же район Чили, после изучения ряда пунктов в Южной Африке и в других местах, недавно выбран для постройки объединенной южной обсерватории пяти стран Западной Европы («ESO»).

Местом работы советской экспедиции стала Национальная обсерватория чилийского университета на холме Серро-Калан около Сантьяго. Эта обсерватория основана в середине прошлого века при участии американского астронома Джемса Гиллиса. С небольшим меридианным кругом Гиллис и его сотрудники определили координаты многих звезд южного неба. Первоначально обсерватория находилась в центре Сантьяго на холме Санта-Люсия, потом переносилась в другие районы города и лишь около 10 лет назад обрела постоянное место — изолированный холм Серро-Калан в 12 км к востоку от центра столицы. Здесь построено главное здание и павильоны для всех инструментов (рис. 1 и 2). Географические координаты обсерватории: широта $-33^{\circ}23',8$, долгота $+4^{\circ}43'17''$, высота над уровнем моря 800 м.

Ярким периодом в прежней жизни обсерватории были годы директорства известного немецкого астронома Ф. Ристенпарта (1908—1913 гг.), при котором приобретено и установлено основное оборудование — большой рефрактор Грэмба ($D = 60$ см, $F = 10,7$ м), астрограф Готье ($D = 34$ см, $F = 3,4$ м) и меридианный круг Репсоляда ($D = 20$ см, $F = 2,2$ м). Неожиданная кончина Ристенпарта не позволила ему организовать научную работу обсерватории с новыми инструментами.

Особенно удачным, как выяснилось теперь, оказался меридианный круг (рис. 3), конструкция которого позволяет удобно и быстро перекладывать инструмент. Около 1910-г. Репсольд изготовил три таких инструмента — для обсерваторий в Сантьяго, Ла-Плате и Гамбурге. В течение нескольких десятилетий меридианный круг в Сантьяго использовался для определения поправок часов службы времени; в 30-х годах с ним были проведены две серии определений координат — повторные наблюдения звезд каталога Гиллиса и наблюдения опорных звезд для фотографического каталога в зоне от -17° до -23° . Правда, обра-

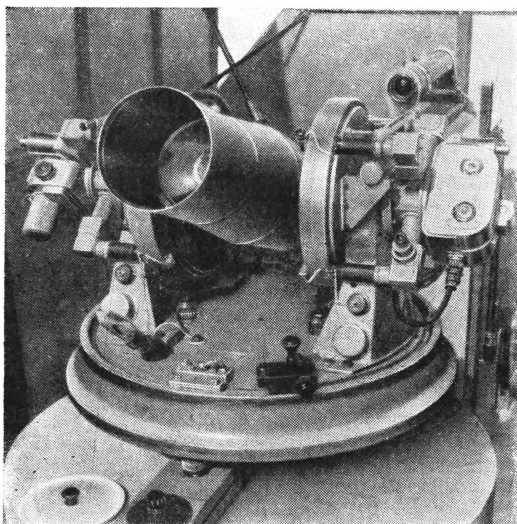


Рис. 4. Фотографический вертикальный круг М. С. Зверева

ботка обеих серий наблюдений осталась незавершенной. Интенсивная деятельность обсерватории началась в 50-х годах при директоре Ф. Рутлланте в связи с работами по плану Каталога слабых звезд.

К нашему приезду строительные работы на холме Серро-Калан были почти закончены: установлены меридианный круг, пассажный инструмент Бамберга и кварцевые часы Роде и Шварца. Монтаж больших инструментов, в первую очередь нормального астрографа Готье, задержался, поскольку силы обсерватории были направлены на подготовку к приему советской экспедиции.

План работ советской экспедиции в Чили, составленный в Пулковской обсерватории, докладывался и обсуждался в конце 1960 г. на конференции в Ла-Плате (Аргентина) и на 15-й Астрометрической конференции СССР в Пулкове. Он содержит четыре основных темы: во-первых, абсолютные определения координат около 1400 ярких и слабых фундаментальных звезд строгими пулковскими методами; во-вторых, связь систем прямых восхождений северного и южного неба посредством наблюдений 700 фундаментальных звезд пассажным инструментом Цейсса с ломаной трубой; в-третьих, относительные определения координат 11 500 опорных слабых звезд в зонах от -25 до -90° и около 3000 звезд программ «Яркие звезды» и «Двойные звезды» в тех же зонах с чилийским меридианным кругом Репсолда и, в-четвертых, фотографические наблюдения

галактик южного неба с чилийским нормальным астрографом и с новым двухменисковым телескопом. По первой, второй и третьей темам план рассчитан на 3,5—4 года.

Пулковский метод абсолютных определений координат светил требует использования для каждой координаты отдельного инструмента. Для абсолютных определений склонений в чилийской экспедиции применен предложенный автором этой статьи новый инструмент — фотографический вертикальный круг (ФВК) с короткой трубкой — менисковым телескопом Максудова ($D = 20$ см, $F = 2,0$ м), двумя стеклянными разделенными кругами и двумя уровнями. Вращение вокруг вертикальной оси осуществляется посредством 80-сантиметрового шарикоподшипника (рис. 4). Оптика для главной трубы и фотографических микроскопов для отсчета кругов рассчитана Д. Д. Максудовым при участии Б. К. Багильдинского. Конструкция разработана механиком Д. С. Усановым, под руководством которого ФВК построен в мастерских Пулковской обсерватории.

При работе с ФВК наблюдатель должен устанавливать трубу на звезду, включать в заданный момент пульт управления, отсчитывать уровни и поворачивать инструмент вокруг вертикальной оси между фотографированиями звезды до и после ее прохождения через меридиан. Чередования экспозиций (три до и три после меридиана) и фотографирование отсчета двух кругов со сменой кадров пленки проводятся автоматически программным механизмом пульта управления.

Абсолютные определения прямых восхождений светил пулковским методом производится посредством большого пассажного инструмента (БПИ), снабженного мирами, т. е. длиннофокусными меридианными коллиматорами, для контроля азимута инструмента. В настоящее время в пулковских мастерских совместно с заводом ЛОМП строится новый БПИ, предназначенный для установки в Чили. Кроме того, заводом ЛОМП для чилийской экспедиции изготовлен предложенный Д. Д. Максудовым светосильный астрономический двухменисковый астрограф АЗТ-16 (диаметр зеркала 100 см, менисков 70 см, $D : F = 1 : 3$) с полуавтоматическим управлением (рис. 5). Этот интересный астрометрический инструмент, который дает резкие, правильные изображения в пределах плоского поля $5^\circ \times 5^\circ$, особенно пригоден для фотографирования слабых галактик.

Интересно отметить, что в 250 км к северо-востоку от Сантьяго, по другую сторону хребта Анд, в Аргентине, недалеко от г. Сан-Хуан, сейчас строится астрометрическая станция

США, в которой должен быть установлен новый астрограф ($D = 50$ см, $F = 3,5$ м), а также один из меридианных кругов из Морской обсерватории Вашингтона. Астрограф предназначен для распространения на южное небо программы Ликской обсерватории по фотографическим наблюдениям галактик. Таким образом, в ближайшее время недалеко друг от друга будут установлены два новых астрометрических инструмента — советский и американский, существенно различные по конструкции, но предназначенные для одной и той же цели — для фотографических наблюдений слабых удаленных галактик.

Начало работ советской экспедиции, назначенное на 1961 г., пришлось по просьбе чилийцев перенести на год, так как в то время страна ликвидировала последствия катастрофического землетрясения 1960 г. Первая группа экспедиции в составе четырех пулковских астрономов — М. С. Зверева, Б. К. Багильдинского, В. С. Бедина и В. Н. Шишкиной прибыла в Чили 12 октября 1962 г. Мы были радушно встре-

чены директором обсерватории Ф. Рутлантом, астрономами К. Ангита, Х. Морено, А. Гутьеррес и др., а также ректором университета Чили проф. Х. Г. Милласом.

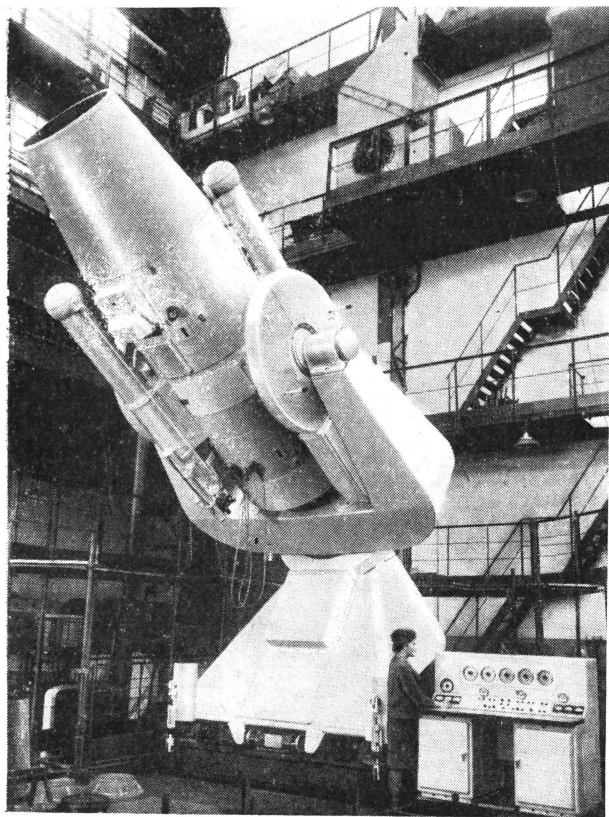
На все время работ экспедиции университет предоставил нам единственное жилое помещение на холме — комфортабельную квартиру директора, примыкающую к главному зданию обсерватории. Нам дали возможность пользоваться маленькой столовой при обсерватории, что освобождало от необходимости частых поездок в город. Эти хорошие условия способствовали разворачиванию интенсивной наблюдательной работы, в которой самое активное участие приняла группа чилийских астрономов во главе с Клаудио Ангита. В установке, налаживании и в исследованиях инструментов большую помощь оказал главный механик обсерватории Габриель Рааб.

Первой задачей экспедиции было исследование чилийского меридианного круга Репсольда, которое, как выяснилось, делалось впервые за все время существования инструмента. Были исследованы цапфы, микрометры, оба разделенных круга (определены поправки диаметров через интервал 3°). Налажен фотографический отсчет круга посредством фотокамер завода ЛОМП. Для регистрации моментов прохождения звезд установлены печатающие хронографы одного из ленинградских заводов и налажен контроль хода хронографов с помощью кварцевых часов обсерватории.

Меридианный круг Репсольда, как выяснилось, хорошо сохранился. Четыре наблюдателя — К. Ангита, Г. Карраско, В. С. Бедин и М. С. Зверев в январе 1963 г. приступили к регулярным наблюдениям.

Тем временем в Чили прибыли отправленные из Ленинграда морским путем грузы экспедиции (26 ящиков). В феврале их доставили на обсерваторию, после чего начался монтаж и установка пассажного инструмента Цейсса и фотографического вертикального круга на заранее построенных для них фундаментах. Сначала собрали изготовленные в Пулкове легкие металлические павильоны для обоих инструментов (рис. 2). Особенно сложным оказался монтаж ФВК, изготовление которого было закончено в Пулкове перед самой отправкой в Чили. Потребовалась длительная регулировка основных узлов инструмента. Ее тщательно выполнил Б. К. Багильдинский при участии Г. Рааба. Регулярные наблюдения с инструментом Цейсса удалось начать в апреле 1963 г. (наблюдатели В. Н. Шишкина и Патрицио Лайола), а с ФВК — только в июле (наблюдатели Б. К. Багильдинский и Карлос Торрес).

Рис. 5. Двухменисковый астрограф Д. Д. Максutowa



В последующие месяцы работа наблюдателей выполнялась очень регулярно и только в редкие периоды пасмурной погоды прерывалась на короткое время. Как правило, наблюдения каждую ночь производились в две смены: один наблюдатель работал до полуночи, другой — после. Ясных ночей было так много, что в ночи после выходных дней работа считалась необязательной. Однако эти свободные ночи часто использовались для дополнительных исследований, например, для наблюдения рядов фундаментальных звезд с целью изучения инструментальных ошибок.

Состав наблюдателей-чилийцев оставался почти неизменным за все время работы экспедиции, а советские наблюдатели менялись по мере истечения срока командировок. Осенью 1963 г. М. С. Зверев и В. С. Бедин вернулись в СССР, а на их место для наблюдений с меридианным кругом в январе 1964 г. приехали в Чили Д. Д. и Т. А. Положенцевы. В октябре 1964 г. вернулись на родину Б. К. Багильдинский и В. Н. Шишкина; их сменили В. А. и А. А. Наумовы (В. А. Наумов — для продолжения наблюдений с ФВК).

Погода в первые месяцы работы советской экспедиции в Чили, а также через год (в летне-осенний период 1964 г.) была в основном ясная и безветренная; днем жарко, ночью прохладно. Дожди до мая почти не выпадали. Небо из-за близости большого города и связанной с ним пыли и дыма не всегда было прозрачным, но изображения звезд получались обычно хорошими. В зимние месяцы значительно увеличилась облачность и по нескольку дней подряд было пасмурно, иногда шел моросящий дождь, появлялся туман. Чаще стал отмечаться ветер, не очень сильный, обычно северо-восточный. Один раз налетел ураган, длившийся около получаса. Изображения звезд при появлении ветра сразу портились. Весной 1963 г. (сентябрь — ноябрь), вопреки ожиданиям, погода оказалась неустойчивой с большим числом пасмурных ночей, что несколько задержало выполнение плана наблюдений. К счастью, следующая весна — 1964 г. была вполне нормальной и ясной, благодаря чему всем наблюдателям удалось перевыполнить планы.

К концу 1964 г. чилийская экспедиция получила обширный материал: более 30 000 наблюдений с меридианным кругом, 12 000 — с пассажным инструментом Цейсса (программа полностью закончена) и около 9000 — с ФВК. В связи с освобождением пассажного инструмента Цейсса решили провести с ним еще серию наблюдений зенитных и южных близполюсных звезд для дополнительного контроля

систематических ошибок фундаментального каталога.

Для обработки наблюдений в Чили создана группа вычислителей, которые расшифровывают ленты хронографа и при участии наблюдателей ведут текущую журнальную обработку. Полная обработка производится только для рядов фундаментальных звезд с целью выяснения систематических ошибок и точности наблюдений.

Фотографирование показаний разделенных кругов, примененное чилийской экспедицией в работах с меридианным кругом и с ФВК, требует последующей расшифровки. Опыт показал, что визуальные измерения этих фотографий на каком-либо приборе с микрометром совершенно нерациональны из-за их крайней трудоемкости. Поэтому еще до отъезда экспедиции в астрометрической лаборатории Пулковской обсерватории Л. А. Сухарев и В. Д. Шкутов предприняли изготовление фотоэлектрического полуавтоматического прибора для измерения фотографий разделенного круга. Прибор этот уже сделан, испытан и интенсивно используется для обработки материалов, полученных чилийской экспедицией.

Окончательные результаты работы экспедиции будут получены лишь после завершения обработки наблюдений. Однако уже теперь можно сделать некоторые предварительные выводы.

В отличие от результатов, получавшихся ранее в Пулкове и на других обсерваториях, наблюдения фундаментальных звезд в Чили показывают почти полное согласие для двух положений инструмента, что говорит о малой величине инструментальных ошибок у меридианного круга Репсольда. Вместе с тем выявился определенный систематический ход уклонений результатов наблюдений от данных фундаментального каталога, особенно значительный для близполюсной области. Важно, что аналогичные уклонения получены и из наблюдений с пассажным инструментом Цейсса. Согласие результатов независимых наблюдений на двух различных инструментах говорит о том, что причина систематического хода не инструментальная и что этот ход почти наверняка вызван систематическими ошибками фундаментального каталога FK4, которые по этим уклонениям могут быть определены. Таким образом, чилийская экспедиция уже получила ценные материалы для улучшения фундаментального каталога, т. е. для решения важнейшей проблемы астрометрии.

Советские астрономы в Чили не ограничиваются наблюдательной работой по плану экспедиции. В обсерватории Серро-Калан орга-

низован астрометрический семинар, на котором обсуждаются вопросы фундаментальной астрометрии, в частности, пулковские методы абсолютного определения координат светил и методы исследования инструментов.

Во время летних каникул, а в Чили они приходится на январь, при чилийском университете функционирует «летний университет», открытый для всех желающих. В нем читают научно-популярные лекции и проводят экскурсии в институты и обсерваторию. Несколько лекций в этом университете прочитали советские астрономы («Современные проблемы астрометрии», «Успехи советской астрономии», «Пулковская обсерватория» и др.).

Совместно с астрономами США мы участвовали в «конференциях круглого стола» по вопросам исследования космоса.

Мы имеем тесную товарищескую связь с Институтом чилийско-советской культуры. Этот Институт и его филиалы (в Вальпарайсо и в других городах Чили) ведут серьезную работу по информации чилийцев об СССР и его достижениях, демонстрируют советские кинофильмы, организуют преподавание русского языка. Институт помогает в отборе молодых людей, желающих поступить в советские высшие учебные заведения, в частности в Университет дружбы народов имени П. Лумумбы.

Большое впечатление на нас произвело организованное институтом в актовом зале университета торжественное собрание, посвященное 46-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции, после которого состоялся концерт из произведений русских авторов, дореволюционных и советских.

В августе 1963 г. и в мае 1964 г. члены советской экспедиции ездили в Аргентину и посетили обсерватории в Ла-Плате, Кордобе и Сан-Хуане, чтобы укрепить сотрудничество с аргентинскими астрономами и привлечь их к участию в коллективных работах с обсерваториями СССР.

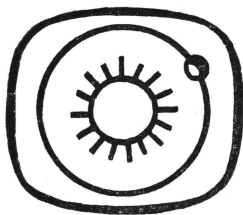
Намечаются интересные перспективы дальнейшего развития работы советской экспедиции в Чили. Холм Серро-Калан невыгоден для установки светосильных инструментов из-за яркого освещения огнями города всей западной половины неба. Поэтому двухмиссовый астрограф, по предложению чилийцев, пред-



Памятник национальному герою Чили Мануэлю Родригесу (1786—1818), участнику борьбы за освобождение страны от испанских колонизаторов

полагается установить в более благоприятном месте — на холме Серро-Робле (высота 2200 м) и в 80 км к северу от Сантьяго, в 25 км от шоссе, соединяющего Сантьяго и Вальпарайсо.

Сейчас там еще нет астрономической обсерватории, но установка нашего инструмента, возможно, будет началом создания коллективной советско-чилийской обсерватории, расположенной в хороших климатических условиях, в удобном месте, недалеко от крупных культурных центров страны. Такая обсерватория послужила бы базой для дальнейшего многолетнего сотрудничества советских и чилийских астрономов в разных областях астрономии и способствовала бы развитию взаимопонимания и дружественных отношений между народами обеих стран.



МЫСЛИ ОБ АСТРОНОМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

На съезде XII Международного астрономического Союза впервые создана комиссия по астрономическому образованию. Вопросы, поднятые на заседаниях этой комиссии, касались всех ступеней образования — от преподавания астрономии в средней школе до подготовки молодых специалистов в аспирантуре. Обсуждение этих вопросов, весьма актуальных для нашей страны, мы начинаем в данном разделе журнала.

КАКОЙ ДОЛЖНА БЫТЬ ШКОЛЬНАЯ АСТРОНОМИЯ?

Е. П. ЛЕВИТАН,
аспирант



Перед ними раскрываются тайны Вселенной

Фото Л. Громова

НУЖНО ЛИ ИЗУЧАТЬ АСТРОНОМИЮ В ШКОЛЕ?

Как это ни удивительно, но именно с ответа на такой, казалось бы, простой вопрос приходится начинать разговор о состоянии преподавания астрономии в средней школе и его перспективах. Хотя астрономия в нашей стране введена в школьное преподавание свыше 260 лет назад, до самого последнего времени

она крайне неустойчиво держалась в учебном плане. Достаточно сказать, что в 1964 г., в конце первой «космической семилетки», пришлось (в который уж раз!) отстаивать астрономию, которой угрожала серьезная опасность попасть «под сокращение» в связи с переходом от одиннадцатилетней школы к десятилетней. Парадоксальность положения, при котором подвергается сомнению необходимость преподавания науки о Космосе в космический век

в стране, идущей в авангарде освоения космического пространства, объясняется явной недооценкой общеобразовательной роли астрономии и ее значения в жизни современного общества. Нельзя забывать, что изучение астрономии обогащает интеллект учащихся, расширяет их кругозор, способствует формированию диалектико-материалистического мировоззрения и служит эффективным средством атеистического воспитания.

Общеобразовательное и воспитательное значение школьной астрономии, раскрывающей перед учащимися величие и грандиозность Вселенной, определяет важное место этого самостоятельного предмета среди других, изучаемых в средней школе.

Роль школы не должна ограничиваться сообщением определенного минимума знаний по астрономии. Очень важно развивать и углублять естественный, присущий юношескому возрасту интерес к вопросам мироздания. Конечно, специализироваться по астрономии будут лишь немногие, но многие будут и после окончания школы следить за развитием этой науки, читая книги, слушая лекции и участвуя в деятельности Всесоюзного астрономо-геодезического общества. Астрономические знания — мощное оружие в борьбе с религиозными представлениями, в научно-атеистической пропаганде. Строители коммунистического общества должны быть вооружены правильным материалистическим миропониманием, а оно невозможно без четких знаний о строении и эволюции Вселенной. Эти знания призваны дать подрастающему поколению школа.

КАКИМ ДОЛЖНО БЫТЬ СОДЕРЖАНИЕ КУРСА АСТРОНОМИИ?

В дореволюционной школе основной упор делался на подробное изучение видимых явлений на небесной сфере. Курс астрономии превращался в отвлеченный и малопонятный учащимся курс математической географии. Содержание школьного курса не соответствовало его названию («космография»), ибо меньше всего обращалось внимания на описание Космоса, на изучение физической природы небесных тел и их систем.

Но и современное преподавание науки о Вселенной отягощено старыми традициями. Несмотря на то, что из года в год в педагогические институты и университеты приходят люди, часто не имеющие представления об элементарных мировоззренческих вопросах астрономии, школьные программы по-прежнему перегружены вопросами сферической и прак-

тической астрономии. А поскольку преподаванию отводится мало времени, это приводит к весьма поверхностному и беглому ознакомлению учащихся с достижениями современной астрофизики и звездной астрономии. Не удивительно, что по свидетельству учителей, добросовестно преподающих этот предмет, им приходится очень трудно. Само преподавание оказывается малоэффективным: учащиеся не успевают овладеть практической астрономией и получают весьма схематические представления о строении Вселенной и происходящих в ней процессах.

Очевидно, настало время отказаться от построения курса школьной астрономии по образцу и облегченному подобию курса педагогических институтов. Там, где сферическая астрономия необходима как основа изучения спецкурсов, всегда имеется возможность уделить ей особое внимание. А в средней школе (учитывая общую подготовку учащихся по математике, физике, химии и философии) нужно дать четкое представление о физической природе небесных тел и о принципах наблюдательных и экспериментальных методов, позволяющих ученым получать те или иные сведения об их природе.

Школьный курс астрономии должен быть для учащихся окном в мир, раскрывающим перед ними картину грандиозной космической лаборатории, где в необычных для земных лабораторий условиях исследуется плазма, открыты термоядерные реакции, найдены подтверждения теории относительности, изучается радиоизлучение небесных тел, разгадываются тайны происхождения химических элементов.

Авторы многочисленных научно-популярных и, особенно, научно-фантастических книг пытаются показать молодежи звездное будущее человечества. Далеко не всегда читатели знакомы с основами астрономии в той мере, которая была бы полезна для понимания и тем более для критического чтения этой литературы. Конечно, основу школьного курса должны составлять совершенно достоверные данные современной астрономии. Однако это не исключает введения понятий о проблемных вопросах науки, например, о распространенности жизни во Вселенной и установлении связи с другими цивилизациями.

Дальнейшее совершенствование школьного курса встретит значительные трудности при отборе учебного материала; ведь из множества явлений, фактов, закономерностей и гипотез предстоит выделить самые существенные и, используя лучший опыт популяризации достижений современной астрономии, изло-

жить их интересно, просто, доходчиво, убедительно.

Когда станет ясно, чему учить в школе, можно будет и более определенно ответить на вопрос о том, как нужно готовить будущих учителей астрономии в педагогических институтах, как осуществлять повышение квалификации учителей в институтах усовершенствования и т. д.

В КАКИХ КЛАССАХ ОБУЧАТЬ АСТРОНОМИИ?

В советской школе установилась хорошая традиция, которую необходимо сохранить: систематический курс астрономии изучается в выпускном классе, когда учащиеся имеют уже достаточную подготовку по другим школьным предметам. Дальнейшее совершенствование курса астрономии сделает его своеобразным завершением физико-математического и философского образования выпускников средней школы.

Однако интерес к астрономии проявляют не только учащиеся, оканчивающие десятилетку. Мироздание живо интересует и учащихся VII—VIII классов. Но в восьмилетней школе этот интерес остается неудовлетворенным, поскольку здесь почти не рассматриваются вопросы астрономии и космонавтики. На практике это приводит к тому, что лица, завершившие свое школьное образование в VIII классе, обладают лишь отрывочными, бессистемными сведениями о мироздании, не имеющими серьезного образовательного и воспитательного значения.

Сейчас, когда разрешен вопрос о структуре средней школы, следовало бы вновь возвратиться к предложению советской астрономической общественности о включении в учебные планы VIII классов курса «Основ мироведения», содержащего элементарное изложение сведений о строении Земли, ее атмосферы и гидросферы, о строении и развитии солнечной системы и мира звезд, а также некоторые простейшие понятия космонавтики. Такой первый концентр изучения элементов астрономии и геофизики необходим прежде всего тем, кто не будет оканчивать десятилетку. Кроме того, это будет способствовать повышению интереса учащихся IX—X классов к изучению физики, химии и математики, т. е. тех предметов, знание которых обязательно для более глубокого понимания астрономии и космонавтики. Наконец, изучение основ астрономии в VIII классе облегчит ее преподавание в X классе.

Однако такого «локального» изучения астрономии на специально отведенных для этого уроках было бы мало. В космическую эру этим не должно исчерпываться ознакомление учащихся с основами науки о Космосе: на уроках математики, физики, химии следует широко использовать примеры из астрономии, задачи с астрономическим содержанием и т. д. Астрономической тематикой могут быть насыщены и разнообразные виды внеклассной и внешкольной работы (вечера занимательной науки, олимпиады, кружки).

ЧТО НУЖНО ДЛЯ УСПЕШНОГО ПРЕПОДАВАНИЯ АСТРОНОМИИ?

Постепенно (хотя и очень медленно!) уходит в прошлое «меловое» преподавание астрономии, при котором доска и мел были единственными учебными «пособиями». Усилия передовых советских методистов привели к тому, что уже в первые годы существования советской школы преподавание ориентировалось на проведение наблюдений и использование наглядных пособий. В настоящее время промышленность выпускает школьные телескопы и некоторые модели по астрономии. Созданы учебные наглядные таблицы, диапозитивы и кинофильмы. Учителя и учащиеся могут приобрести школьные календари, карты звездного неба, научно-популярные книги и брошюры. Успешно используются в учебной работе планетарии. К сожалению, наглядными пособиями обеспечены далеко не все школы, а планетариев и народных обсерваторий еще очень недостаточно для того, чтобы их могли посещать сельские школьники и учащиеся, живущие в небольших городах. Поэтому улучшение качества и увеличение количества выпускаемых наглядных пособий — одна из первоочередных задач. Для проведения наблюдений нужны астрономические площадки и небольшие «школьные обсерватории» (т. е. простейшие помещения для установки школьного телескопа).

Видимо, следует изменить отношение к школьным астрономическим наблюдениям. Наблюдения невооруженным глазом, да и практические работы, требующие длительного времени (измерения полуденной высоты Солнца, зарисовки перемещений планет на фоне звездного неба и др.), не представляют интереса для десятиклассников и, как правило, ими не выполняются, хотя учащиеся среднего школьного возраста с увлечением проводили бы такие долгосрочные наблюдения. В VIII классе преподавание можно основывать преимущественно на простейших самостоятельных

наблюдениях учащихся, ставя перед ними задачу ознакомления со звездным небом и наблюдения тех или иных астрономических явлений.

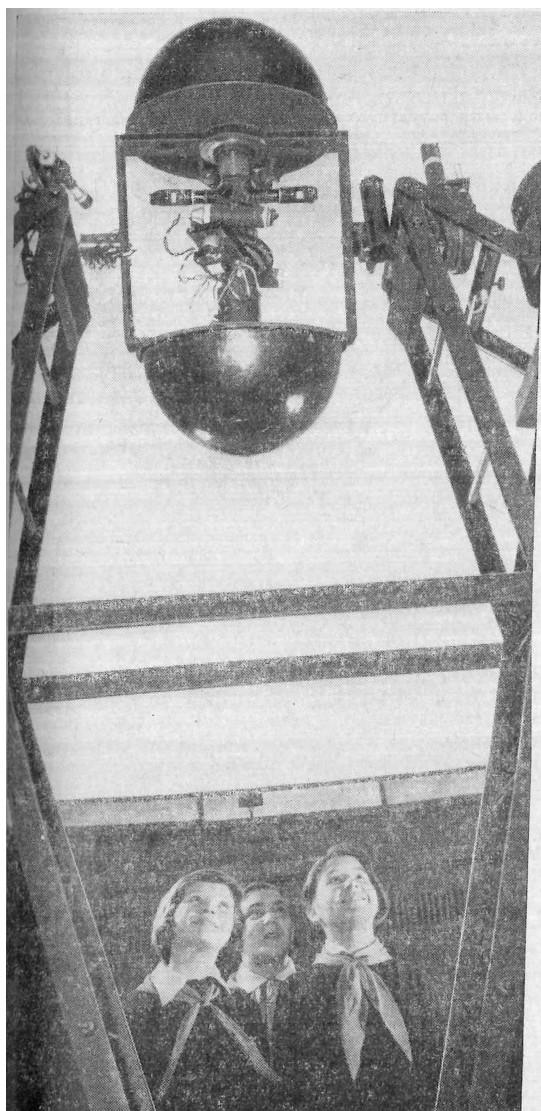
В X классе большинство наблюдений должно производиться в телескоп. Однако школьные телескопы слишком слабы, и их возможности ограничены. Много, о чем будут рассказывать учащимся, они не сумеют увидеть в школьный телескоп. Едва ли в недалеком будущем можно рассчитывать на изготовление для школ более мощных телескопов, чем те, которые выпускаются сейчас. Поэтому в X классе особое значение имеет демонстрация документальных материалов (фотографий, за-

рисовок), полученных на современных астрономических обсерваториях.

Очень важно создать для школы документальные кинофрагменты о физических процессах, происходящих на небесных телах, например, на Солнце. Такие наглядные учебные пособия можно было бы выпускать для школ и вузов. Если при изложении учебного материала в X классе учитель будет опираться не только на то, что видели учащиеся в школьный телескоп, но и демонстрировать фотографии небесных тел и документальные кинофрагменты, то это поможет в ближайшие годы резко повысить качество преподавания астрономии в средней школе.

«В нашу бы школу такой аппарат!»

Фото Л. Громова



Почему космическая ракета, выпущенная с Земли, не может без включения дополнительного двигателя сделаться спутником Луны, но может стать спутником Солнца?

Можно ли создать периодический спутник, который бы все время обращался вокруг системы Земля — Луна!

(Ответ на стр. 96)



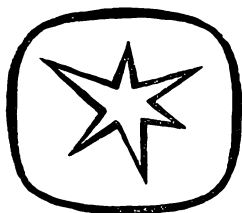
(К стр. 61)

Разрешающая сила телескопа тем больше, чем больше диаметр его, и тем меньше, чем больше длина волны принимаемого излучения. Разрешающая сила радиотелескопа, работающего на волне 1 метр, очень мала, пока зеркало его имеет несколько метров в диаметре. Приходится строить телескопы диаметром в десятки и сотни метров. Это полезно и потому, что телескоп с большой площадью зеркала собирает приходящее электромагнитное излучение в большем количестве.

Изготовление огромных зеркал для радиотелескопов возможно, поскольку точность, необходимая для зеркала радиотелескопа, неизмеримо ниже, чем для оптического.

Так, допустимое отклонение от рассчитанной формы для зеркала гигантского шестиметрового телескопа, который создается в СССР, составляет всего лишь $\frac{1}{20}$ микрона. Поверхность же «зеркала» радиотелескопа может представлять собой металлическую сетку с более или менее крупными ячейками.

Это объясняется тем, что длина радиоволн значительно больше, чем длина волн видимого света. Поэтому радиоволны не столь чувствительны к малым неправильностям, как световые лучи.



ДИСКУССИИ, ГИПОТЕЗЫ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ВСЕЛЕННУЮ

К. П. СТАНЮКОВИЧ,
профессор

В. Н. КОМАРОВ,
журналист

Природа тяготения — одна из наиболее увлекательных проблем современного естествознания. Ее решение весьма важно для изучения Вселенной в целом.

Закон всемирного тяготения получил многочисленные качественные и количественные подтверждения в точных математических расчетах и в астрономических наблюдениях.

Первый реальный шаг к решению проблемы сделал Альберт Эйнштейн в общей теории относительности. Однако этой теории присущ ряд принципиальных недостатков. Главный состоит в том, что уравнения общей теории относительности не удовлетворяют такому фундаментальному закону, как закон сохранения энергии. Будучи абсолютным законом природы, он не может нарушаться ни при каких условиях. Между тем, общая теория относительности допускает, что запас энергии гравитации (т. е. тяготения) некоторых тел при переходе от одной системы отсчета к другой может не только меняться, но даже и вовсе уничтожаться¹.

Глубокие исследования в этой области в течение последних десяти лет проводились в нашей стране. Один из авторов этой статьи — К. П. Станюкович пришел к новым выводам, суть которых излагается дальше.

Как известно, в развитии любой естественной научной теории решающим фактором слу-

жит эксперимент. Между тем, общая теория относительности осталась без физического эксперимента и после первых основополагающих работ самого Эйнштейна и талантливого советского математика А. А. Фридмана практически не развивалась.

Правда, Эйнштейн указал путь к такому эксперименту, который впоследствии был подтвержден и развит известным советским физиком-теоретиком Л. Д. Ландау и другими учеными. Речь идет о так называемых гравитационных волнах, которые, согласно теоретическим подсчетам, должны возникать при ускоренном движении, например, колебаниях любых тел, и распространяться подобно электромагнитным волнам во всех направлениях. Однако энергия гравитационных волн ничтожно мала, поэтому обнаружить их непосредственно пока что не удалось.

Теперь наметился новый подход к этой проблеме.

В свое время известный физик Поль Дирак высказал предположение, что с течением времени гравитация медленно убывает. Если ослабевают стальные пружины, то тела, которые она соединяет, начинают постепенно удаляться друг от друга. Если ослабевают «пружины тяготения», то наша область Вселенной должна постепенно расширяться. Как известно, галактики действительно разбегаются в разные стороны, но пока что трудно определить, какую именно роль в этом процессе играет «старение» гравитации. Идея Дирака о том, что значение постоянной тяготения в нашей области Вселенной может меняться с течением времени, в принципе вполне приемлема. Однако уравнения, к которым пришел Дирак, так же как и уравнения Эйнштейна, не удовлетворяют закону сохранения энергии².

А что, если предположить, что по мере «старения» нашей области Вселенной происходит определенное изменение не только гравитационной постоянной, но и некоторых других космических и ядерных констант? Исходя из этой идеи и общих законов сохранения вещества

¹ Изменение гравитационной энергии с изменением системы отсчета не нарушает закон сохранения. (Прим. ред.)

² См. предыдущее примечание.

и энергии, удалось вычислить, как меняются константы с течением времени. При этом оказалось, что уравнения Эйнштейна с новыми, «переменными» константами вполне согласуются с законом сохранения энергии.

Какова же физическая сущность картины мировых процессов в новой концепции? Она состоит в предположении о том, что элементарные частицы излучают гравитационные волны. Согласно представлениям современной атомной физики, элементарные частицы — нуклоны имеют сложную внутреннюю структуру. Вокруг нуклонного ядра движутся облака, состоящие из мезонов. Их энергия, вообще говоря, недостаточна для того, чтобы преодолеть силу взаимодействия с ядром. Но можно предположить, что некоторая малая часть мезонов вследствие развития в их движущемся облаке центробежных сил все же «вырывается» наружу. Это и есть элементарные порции — кванты тяготения, или гравитоны.

Подсчеты показывают, что каждую секунду в каждом кубическом сантиметре пространства переходит в гравитационное поле 10^{-45} г вещества!

Во Вселенной происходят, видимо, два взаимно противоположных процесса: превращение вещества в гравитационном поле и «овеществление» гравитонов. При этом, как показывают результаты численных подсчетов, между обоими процессами существует динамическое равновесие.

Таким образом, согласно новым представлениям, «мезонная шуба» нуклона — это своеобразный «сгусток» тяготения, а гравитоны — флуктуации (т. е. отклонения от некоторого среднего значения) энергии нуклонов. Если подобная точка зрения окажется справедливой, то это будет означать, что силы тяготения не что иное, как флуктуации электромагнитных сил.

Представление об излучении гравитонов нуклонами позволяет вскрыть физический смысл теории изменения мировых констант и построить стройную и всеобъемлющую картину развития материи в нашей области Вселенной.

Из новой теории следует, что в результате излучения гравитонов нуклоны должны постепенно терять свою первоначальную энергию и массу. В свою очередь гравитоны так же могут терять некоторую часть своей энергии, рождая при этом еще более мелкие частицы, и т. д. Таким образом, частицы каждого последующего класса представляют собой флуктуации энергии частиц предыдущего.

Все существовавшие ранее теоретические «модели» Вселенной носили заведомо конечный характер в том смысле, что они, описы-

вая определенный ограниченный круг явлений, не допускали дальнейших обобщений. Новая теоретическая схема содержит в себе возможность последующего развития. Из нее вытекает также любопытная гипотеза возникновения космических объектов в нашей области Вселенной. Человеку непосвященному эта гипотеза может показаться совершенно невероятной. Ведь наша Метагалактика, согласно расчетам, основанным на описываемой гипотезе, образовалась в результате столкновения всего двух (!) элементарных частиц, например двух протонов, мчавшихся с огромной скоростью, близкой к скорости света.

Странно, не правда ли? Представьте себе: столкнулись два биллиардных шара, и вдруг в результате этой встречи образовались миллиарды шаров, гораздо больших по размерам, чем столкнувшиеся.

«Невозможно!» — скажете вы и будете правы. Да, с точки зрения наших «земных» представлений это невозможно. Но когда речь идет о ядерных процессах, о явлениях космических масштабов, наши привычные представления часто оказываются несостоятельными.

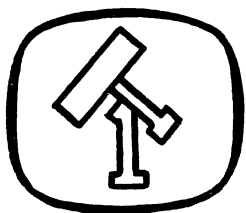
Из теории относительности следует, что масса частицы зависит от скорости ее движения: в принципе сверхбыстрая частица при скорости, близкой к скорости света, может иметь массу, намного превосходящую массу целой галактики и даже всей Метагалактики.

А теперь представьте себе, что столкнулись две сверхбыстрые частицы, два нуклона (но не обязательно одинаковые частицы), мчавшиеся со скоростью, весьма близкой к скорости света, и обладавшие поэтому колоссальным запасом энергии. В результате в окружающем пространстве возникнут мириады новых частиц. Их окажется вполне достаточно для образования галактик.

Почему же в таком случае галактики и метагалактики образуются не каждый день?

Все дело в вероятности. Ведь надо, чтобы столкнулись не какие-нибудь две частицы, а частицы, мчащиеся со скоростью, близкой к скорости света. Такие частицы сами по себе большая редкость. А случайное столкновение двух таких частиц — событие и вовсе чрезвычайное.

Таким образом, во Вселенной происходит непрерывный процесс образования частиц всевозможных классов. Столкновения частиц, обладающих большой скоростью и массой, могут приводить к образованию новых космических объектов. Не исключена возможность, что подобными столкновениями объясняется рождение некоторых новых галактик, а также вспышки сверхновых звезд.



ЛЮБИТЕЛЯМ АСТРОНОМИИ

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ В СССР

В. А. БРОНШТЭН,
кандидат физико-математических наук

НЕМНОГО ИСТОРИИ

Любительская астрономия в России начала развиваться еще в конце прошлого века. Именно тогда возникли первые любительские организации, кружки и общества: в 1888 г. в Нижнем Новгороде — Кружок любителей физики и астрономии, объединивший около 40 человек; в 1908 г. в Москве — Московский кружок любителей астрономии, преобразованный в 1912 г. в Московское общество любителей астрономии (МОЛА); почти одновременно в 1909 г. в Петербурге возникло Русское общество любителей мироведения (РОЛМ), имевшее сеть корреспондентов в ряде городов страны. Все эти кружки и общества действовали разрозненно, были слабо связаны между собой и объединяли в основном любителей астрономии. Их организация и деятельность не только не встречали поддержки царского правительства, а наоборот, наталкивались на прямое противодействие властей. Носившее более официальный характер Русское астрономическое общество (основано в 1890 г.) объединяло преимущественно астрономов-специалистов.

Положение резко изменилось после Октябрьской революции. В 1921 и 1928 гг. прошли съезды любителей мироведения с участием представителей Нижегородского кружка, МОЛА и РОЛМ, а также астрономических кружков Самары, Харькова, Одессы и неко-

торых астрономов-специалистов. На этих съездах достигнута договоренность об объединении усилий отдельных кружков и обществ в области совместного проведения научных наблюдений, сбора наблюдений любителей, их обработки, а также научно-просветительной работы среди советского народа и содействия преподаванию астрономии в школе.

В первые годы Советской власти возникли центры сбора и обработки астрономических наблюдений любителей — Бюро научных наблюдений при Русском обществе любителей мироведения (1919 г.) и Коллектив наблюдателей МОЛА (1921 г.). Любительские наблюдения публиковались в журнале «Мироведение» (возникшем в 1912 г.) и в «Бюллетене Коллектива наблюдателей Московского общества любителей астрономии» (основан в 1925 г.).

В январе 1934 г. в Москве состоялся Первый съезд Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ВАГО), объединившего все кружки и общества в единую организацию. Начиная с 1939 г., Общество перешло в систему Академии наук СССР и начало издавать печатный орган — «Бюллетень ВАГО».

В настоящее время Общество и его отделения в 42 городах Советского Союза объединяют более 4000 человек. В него входят астрономы и геодезисты, специалисты и любители астрономии. Для юных любителей науки при многих отделениях созданы юношеские секции.

Одна из главных задач Всесоюзного астрономо-геодезического общества — организация и обработка научных наблюдений небесных тел. О важнейших разделах этой интересной работы мы сейчас и расскажем.

СОЛНЦЕ И СОЛНЕЧНЫЕ ЗАТМЕНИЯ

Наблюдения солнечной активности ведутся советскими любителями с 20-х годов. Длительные ряды определений относительных чисел солнечных пятен (чисел Вольфа) регулярно публиковались каждый год. Кроме того, были получены сглаженные графики солнечной активности за 1923—1948 гг. После организации

в СССР разносторонней Службы Солнца со специальными инструментами (хромосферные телескопы, внезатменные коронографы и другие) любители также перешли к новым методам работы. В течение двух лет Московское отделение ВАГО посылало экспедиции на высокогорную станцию Пулковской обсерватории под Кисловодском (высота 2150 м), где фотографировались протуберанцы и велись внезатменные наблюдения солнечной короны.

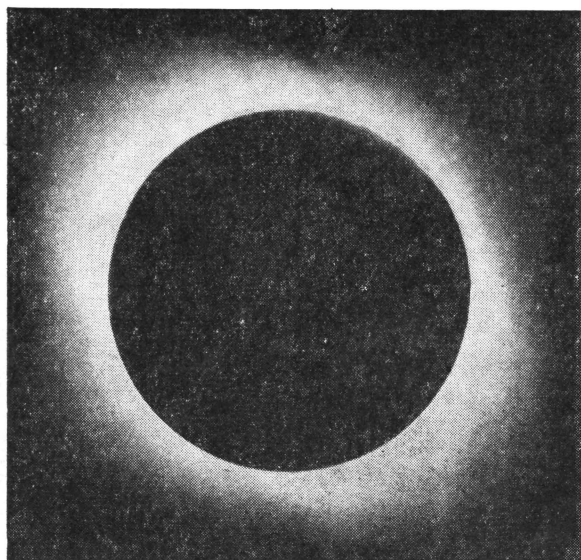
Во время полных солнечных затмений, полосы которых много раз пересекали обширную территорию СССР, советские любители астрономии организовывали многочисленные экспедиции для фотографирования солнечной короны (рис. 1), фотометрии неба и других наблюдений. Такие экспедиции проводились в 1936, 1945, 1952, 1954 и 1961 гг. В результате обработки фотографий солнечной короны в Москве и Киеве была изучена структура сверхкороны Солнца до восьми солнечных радиусов, проведена фотометрия короны, изучено распределение яркости по небу во время полной фазы затмения. Кроме того, были проведены многочисленные актинометрические и метеорологические наблюдения, в которых приняли участие сотни любителей астрономии.

ЛУНА И ПЛАНЕТЫ

Наблюдениями планет советские любители занимались давно. В 30-х годах отдел планет и Луны Московского отделения Всесоюзного

Рис. 1. Солнечная корона.

(Экспедиция Киевского отделения ВАГО. Джанкой.
15 февраля 1961 года)



астрономо-геодезического общества разработал основные задачи этих наблюдений. От простых зарисовок и подробных, но субъективных описаний вида поверхностей планет советские любители перешли к измерениям широт и ширины полос Юпитера, фазы Венеры, к численным оценкам интенсивности деталей на дисках планет.

В 1933 г. был открыт эффект систематических отклонений фаз Венеры от теоретических значений и установлена зависимость этих отклонений от величины фазы. В последующие годы этот эффект был исследован в ряде работ, как наблюдательных, так и экспериментальных.

Большой интерес представили многолетние ряды измерений широт полос Юпитера. Обнаружено, что максимум ширины северной экваториальной полосы совпадает с минимумом ширины южной экваториальной полосы, и наоборот.

Особенно успешно прошли наблюдения Марса во время его великого противостояния в 1956 г. Московское и Волгоградское отделения общества, используя прекрасный 12-дюймовый рефрактор обсерватории Волгоградского планетария, за полтора месяца получили около 1200 фотографий и 200 рисунков планеты (рис. 2), свыше 350 микрометрических измерений полярной шапки, сотни оценок интенсивности деталей планеты. Фотометрическая обработка этих фотографий, полученных в основном студентами, позволила определить отражательную способность необычных ярких пятен, внезапно появившихся в южном полушарии планеты 22 августа 1956 г. Их, кстати, заметили одними из первых наблюдатели ВАГО. Определены были контрасты яркости марсианских «морей» и «материков» в различных лучах спектра. Около 200 рисунков астрономов-любителей Москвы, Волгограда, Одессы, Куйбышева и других городов наряду с рисунками специалистов вошли в «Атлас рисунков Марса», изданный Академией наук СССР.

В области изучения Луны советские любители имеют хоть и скромные, но признанные успехи. Инженер из Ростова П. Ф. Сабанеев и врач из Иваново А. М. Беневоленский произвели много экспериментов по моделированию лунных кратеров. Фотографии этих моделей (рис. 3) опубликованы в советских журналах, в сборнике докладов симпозиума «Новое о Луне» в Москве, Лондоне и Нью-Йорке, в коллективной монографии «Луна», переведенной в США на английский язык. Московский художник М. М. Шемякин открыл цепочки лунных кратеров, расположенных по дугам и отличающихся правильным убыванием диамет-

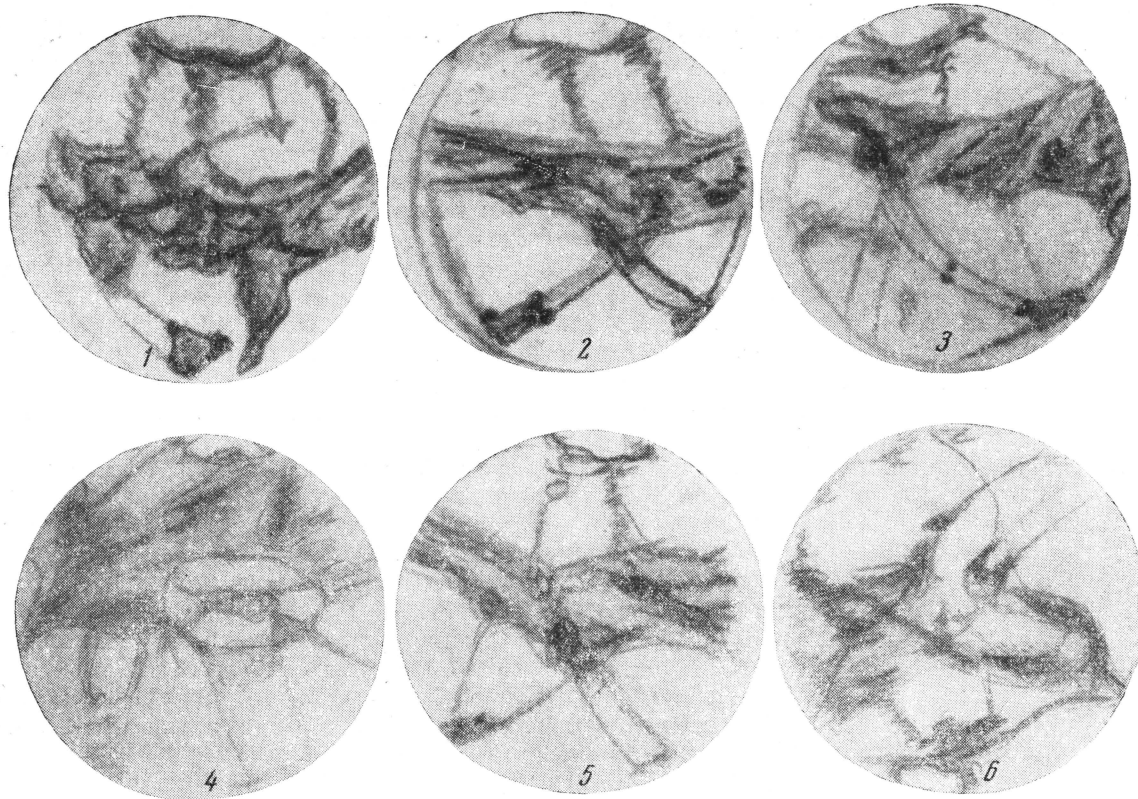


Рис. 2. Фотографии рисунков Марса, сделанных во время великого противостояния Марса в 1956 г. 1—6.VIII, 0^h00^m; 2—7.VIII, 22^h20^m; 3—9.VIII, 21^h12^m; 4—9.VIII, 22^h15^m; 5—9.VIII, 23^h20^m; 6—29.VIII, 21^h14^m

ров кратеров цепочки и расстояний между ними. Его работа опубликована в СССР и в Чехословакии.

КОМЕТЫ

Яркие кометы — редкие гости на небе. Еще реже может представиться случай открыть новую комету. И все же среди любителей, открывших новые кометы, можно встретить имена советских любителей астрономии: С. М. Козика (ставшего потом астрономом-специалистом), С. Н. Юрлова, А. П. Ахмарова, А. М. Черепашука.

В 1957 г., когда наблюдались две яркие кометы: Аренда — Ролана и Мркоса (рис. 4), хорошие фотографии их были получены инженером А. А. Шрейдером, учащимися — братьями В. Н. и М. Н. Пышненко и другими любителями.

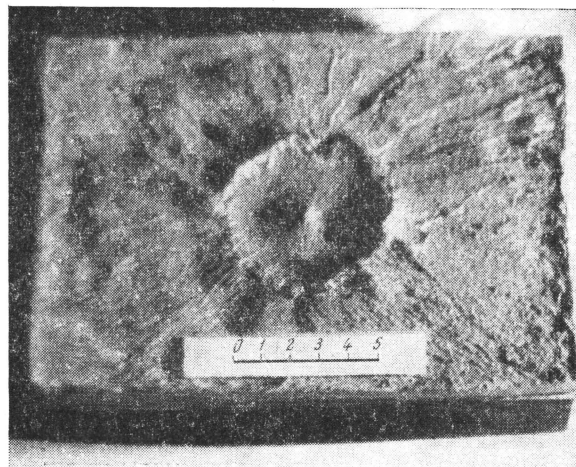
МЕТЕОРЫ И МЕТЕОРИТЫ

Изучение метеоров в СССР занимает по праву ведущее место в тематике любительских наблюдений. Первоначально главной задачей

визуальных наблюдений было определение радиантов и орбит метеорных потоков, изучение физических свойств метеоров, определение их высот.

Начиная с 1932 г. метеорный отдел Московского отделения ВАГО начал применять ин-

Рис. 3. Фотография модели лунного кратера в слое затвердевшего цемента (по А. М. Беневоленскому, г. Иваново)



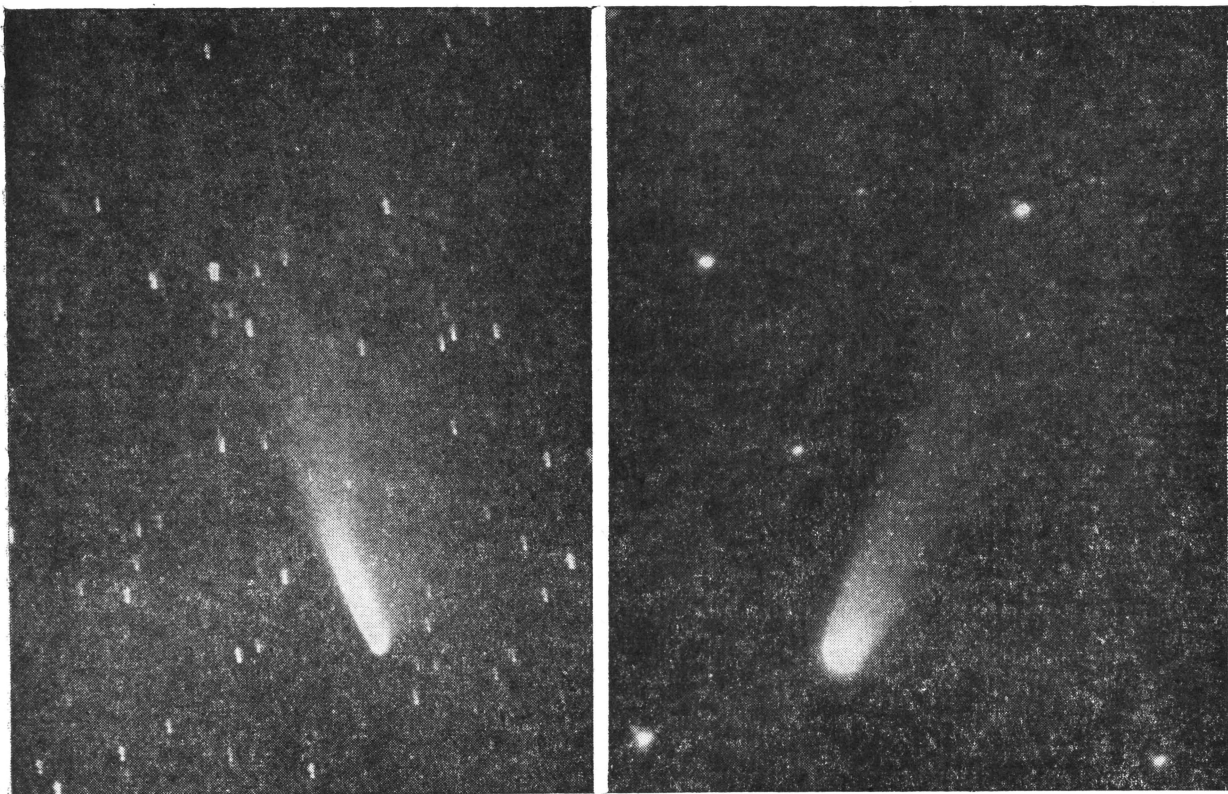


Рис. 4. Фотографии кометы Мркоса (1957d), полученные любителями астрономии братьями Пышненко, (Хабаровск)

струментальные методы: фотографирование метеоров через вращающийся сектор-объективатор и получение их спектров. Был получен ряд фотографий метеоров одновременно с двух станций и спектр яркого метеора, в котором удалось отождествить 37 линий различных химических элементов. Члены метеорного отдела разработали специальный метеорный патруль, который был вскоре установлен на Таджикской астрономической обсерватории в Душанбе.

После Великой Отечественной войны фотографирование метеоров продолжалось главным образом в южных районах Советского Союза. Московское отделение ВАГО регулярно проводило экспедиции в Ашхабад, где кроме фотографических определений высот и скоростей метеоров, проводились систематические наблюдения телескопических метеоров, невидимых невооруженным глазом.

Начиная с 1950 г. в Симферополе образовалось и начало активную работу по изучению метеоров Симферопольское общество юных любителей астрономии (СОЛА). В Крыму была построена специальная метеорная станция, ко-

торой присвоено имя Г. О. Затейщикова, молодого любителя астрономии, со студенческой скамьи ушедшего на фронт и погибшего в боях с гитлеровскими захватчиками. Сейчас на метеорной станции в Крыму ведется систематическая работа. Руководит ею В. В. Мартыненко (15 лет назад, еще школьником, он вступил в СОЛА). Теперь он возглавляет Симферопольское отделение ВАГО. Больших успехов достигли симферопольские любители в области спектрографирования метеоров: они получили уже 17 метеорных спектров (рис. 5), обработка которых выполнена бывшим членом СОЛА, а теперь специалистом-астрономом К. А. Любарским. Стоит отметить, что во всем мире получено около 500 спектров метеоров.

За последние годы большое внимание уделяется визуальным методам квалифицированного счета метеоров.

В наблюдениях метеоров по методу группового счета принимают участие любители Симферополя, Москвы, Рязани, Риги, Ленинграда и других городов. Крымская метеорная станция является основной базой этих наблюдений, и их обработки регулярно публикуются. Боль-

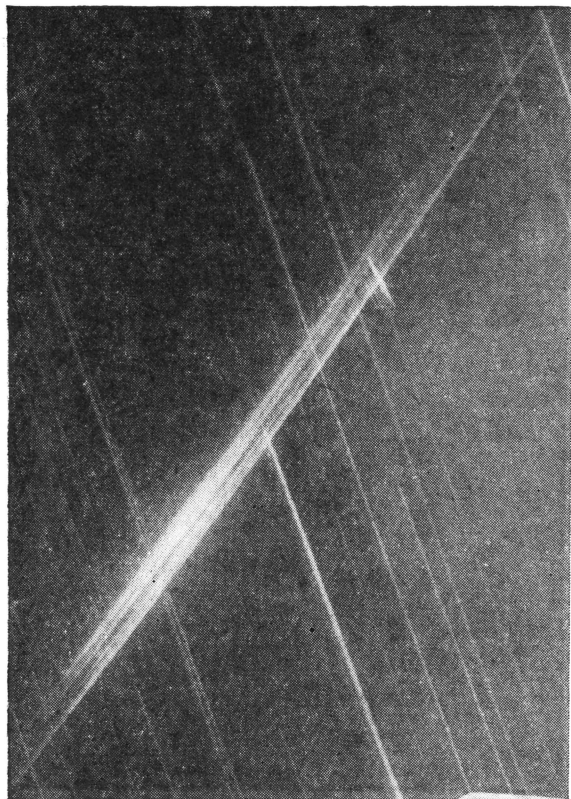


Рис. 5. Спектр яркого метеора, полученный 12 августа 1959 г. Л. Пушным (г. Симферополь)

шой материал был получен во время Международного геофизического года (1957—1959), сейчас идут наблюдения по программе Международного года спокойного Солнца. В частности, предполагается проводить визуальные наблюдения метеоров параллельно с радиолокационными. Для статистической обработки визуальных наблюдений метеоров И. Т. Зоткин и А. Н. Чигорин использовали электронно-счетную машину «Стрела».

Большой интерес широких кругов советской общественности к проблеме Тунгусского метеорита увлек в тайгу, начиная с 1959 г., несколько самостоятельных экспедиций. Туда пошли врачи, инженеры и студенты из Томска, Москвы, Октябрьского (Башкирия) и других мест. В 1961—1962 гг. на месте падения Тунгусского метеорита работало, кроме специалистов, около 70 любителей-добровольцев. Томские любители образовали комплексную самостоятельную экспедицию, которую возглавил врач Г. Ф. Плеханов. Недавно результаты работ экспедиции были опубликованы в специальном сборнике «Проблема Тунгусского метеорита» и получили полную поддержку Академии наук СССР и ВАГО.

СЕРЕБРИСТЫЕ ОБЛАКА

Серебристые облака — самые высокие облака в земной атмосфере. Они образуются на высоте 80 км, причем только в летнее время года и в средних широтах. Их изучение занимает большое место в работах членов Всесоюзного астрономо-геодезического общества. Еще в 30-х годах в СССР проводились наблюдения и фотографирование серебристых облаков. В 1938 г. Г. О. Затейщиков и автор этих строк (тогда еще студент) обнаружили в серебристых облаках вихревые движения, изучили распределение скоростей воздушных течений на этой высоте. После 1950 г. систематические наблюдения серебристых облаков велись в Москве, Горьком, Ярославле, Новосибирске, а в период Международного геофизического года — в Ленинграде, Риге, Тарту, Калинин, Рязани, Смоленске и многих других городах. Большой успех был достигнут ленинградскими любителями во главе со студентом О. Б. Васильевым (теперь он уже астроном-специалист): они осуществили фотографическую фотометрию и поляризиметрию серебристых облаков, изучили свойства частиц серебристых облаков рассеивать свет, сделали оценку их размеров. Душой всех работ по изучению серебристых облаков в Советском Союзе стал инженер-геофизик Н. И. Гришин, в прошлом любитель астрономии. Он составил классификацию форм серебристых облаков и изучил их спектры.

ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ

Наблюдения переменных звезд (как и изучение метеоров) — область, требующая участия большой армии любителей. Ведь переменных звезд уже открыто более 15 000. В Советском Союзе они наблюдаются давно. Из числа любителей-наблюдателей переменных звезд вышли такие известные специалисты, как Б. А. Воронцов-Вельяминов, П. П. Паренато, Б. В. Кукаркин, Д. Я. Мартынов, В. П. Цесевич и другие. В настоящее время исследования переменных звезд ведутся как визуально, так и по фотографиям. Члены Московского отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества используют для этого стеклянную библиотеку, составленную из негативов Астрономического института имени Штернберга. Они изучают в основном цефеиды и затменные переменные звезды, которые изменяют свой блеск строго периодически. На обсерватории Куйбышевского отделения ВАГО много лет изучаются неправильные и полуправиль-

ные звезды. Наблюдения переменных звезд ведутся также в Риге, Таллине, Одессе и других городах.

ПОСТРОЙКА САМОДЕЛЬНЫХ ТЕЛЕСКОПОВ

Еще до войны в Московском отделении под руководством профессора биологии М. С. Навашина возник отдел телескопостроения. За последние годы интерес к самостоятельной постройке телескопов-рефлекторов возник во многих городах. В ряде отделений образовались отделы или кружки любителей телескопостроения, о которых подробно рассказано в статье М. М. Шемякина, опубликованной в этом номере журнала.

НАРОДНЫЕ ОБСЕРВАТОРИИ

Многие отделения Общества имеют свои обсерватории, оснащенные рефракторами от 3 до 7 дюймов, а также самодельными рефлекторами, метеорными патрулями и другими приборами. Другие отделения используют обсерватории планетариев, педагогических институтов, школ.

После III съезда ВАГО (1960 г.) в стране, по примеру Чехословакии, усилилось строительство народных обсерваторий. В г. Новая Прага (Кировоградской области) руками энтузиастов создана народная обсерватория. Детская обсерватория построена в Симферополе. В Балдоне близ Риги любитель Вилли Хойер построил небольшую обсерваторию, оснащен-

ную самодельным рефлектором. Многочисленные обсерватории строятся при дворцах культуры, домах пионеров, в парках культуры и отдыха и, конечно, при планетариях. На этих обсерваториях ведутся не только научные наблюдения, но и демонстрируются небесные светила населению.

Интерес к науке о Вселенной в нашей стране необычно возрос после запусков первых искусственных спутников Земли и полетов советских космонавтов. Поэтому почетная задача любителей астрономии — распространение знаний среди народа, пропаганда достижений советской космонавтики, результатов космических исследований, грандиозных перспектив дальнейшего наступления на Космос и его тайны.

Советские любители установили дружественные связи с любителями астрономии Чехословакии, Польши, Румынии, Болгарии, Германской Демократической Республики, Великобритании, Ирландии и других стран. Производится обмен статьями, фотографиями небесных тел, литературой.

Теперь, с выходом в свет журнала «Земля и Вселенная» советским любителям астрономии открываются новые возможности: они смогут получить ответы на интересующие их вопросы, делиться опытом своей работы, узнать о том, что делается в мире «большой науки», в любительских организациях СССР и других стран.

Любители астрономии Советского Союза и дальше будут вносить свой скромный, но полезный вклад в сокровищницу науки.

ТЕЛЕСКОП МОЖНО ПОСТРОИТЬ ДОМА

М. М. ШЕМЯКИН,
зав. отделом телескопостроения ЦС ВАГО

Телескоп, этот удивительный оптический инструмент, известный больше трех с половиной столетий, как бы приблизил человека к Солнцу, Луне, планетам, к более далеким мирам, звездам и туманностям. Он дает нам возможность, не отрываясь от Земли, совер-

шать увлекательнейшие путешествия по Вселенной.

Все больше и больше людей интересуется астрономией, все глубже и глубже хотят они проникнуть в тайны окружающего нас космического пространства. Возможно, не все из читателей знают, что телескоп можно построить в домашних условиях, своими руками. При этом речь идет не о примитивной зрительной трубе, собранной из очковых стекол, а о более сложном инструменте.

Многие любители ведут серьезные научные наблюдения, пользуясь самодельными телескопами, не уступающими по своим оптическим качествам инструментам, изготовленным на специальных заводах. Конечно, изготовить любительскими средствами столь совершенный оптический прибор — дело, требующее определенных знаний и навыков, большой настой-

чивости и терпения. Тем не менее, как показала практика, даже 13—15-летний школьник может сделать своими руками телескоп, дающий при больших увеличениях прекрасные изображения небесных светил.

Первое руководство по вопросам телескопостроения — «Отражательные телескопы (изготовление рефлекторов доступными для любителей средствами)» было издано в 1915 г. Автор этой книги А. А. Чикин, художник, журналист и энтузиаст любитель астрономии, все свободное время отдавал шлифовке и полировке астрономических зеркал, конструированию телескопов. Он всегда горячо пропагандировал мысль, что каждый, кто желает приобщиться к астрономической науке, может построить телескоп своими руками.

Продолжателем начатого им дела стал профессор М. С. Навашин, такой же энтузиаст любитель, каким был и Чикин. Его книги: «Самодельный телескоп-рефлектор» и «Телескоп астронома-любителя» — пока единственные руководства для наших строителей самодельных телескопов.

В нашей стране кружки и отделы телескопостроения при отделениях Всесоюзного астрономо-геодезического общества объединяют любителей, строящих телескопы, и оказывают им помощь, дают консультации и направляют их работу. В Ленинграде группой молодежи при Дворце пионеров долгое время руководил пулковский оптик В. Г. Шрейбер. В Таллине группу телескопостроителей ведет астроном Х. Г. Хойер, в Симферополе — В. В. Мартыненко. В Баку плодотворно трудится группа любителей, руководимая С. И. Сориным. В Москве с осени 1959 г. под руководством автора этих строк возобновил работу отдел телескопостроения при Московском отделении ВАГО, которым до отъезда в Ленинград руководил М. С. Навашин. Строит самодельные телескопы и в других городах.

В 1960 г. в Москве состоялся первый коллоквиум по вопросам любительского телескопостроения, на котором собрались любители из разных городов нашей страны. На выставке в Московском планетарии были показаны образцы их работы (рис. 1). Вышел в свет сборник статей «Любительское телескопостроение».

Как же строят любители свои телескопы, не пользуясь специальными станками, оборудованием и испытательными приборами?

В домашних условиях можно изготовить телескоп-рефлектор, в котором вогнутое главное зеркало служит объективом. У него одна отражающая поверхность (сфера или парабола), которая должна обрабатываться с чисто

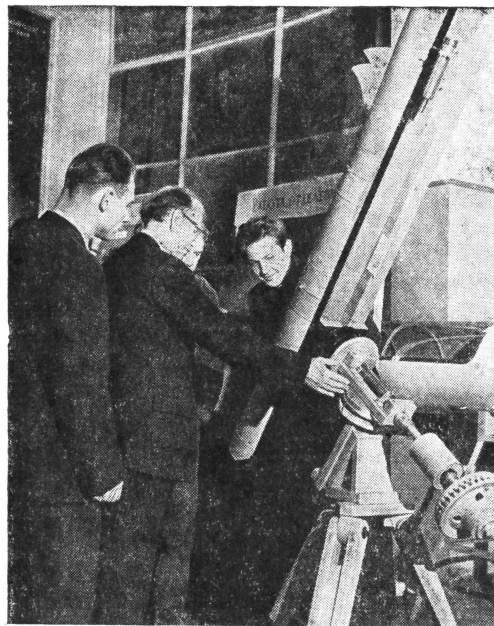


Рис. 1. На выставке в Московском планетарии. Автор объясняет любителям устройство сделанного им телескопа с зеркалом диаметром 165 мм

Фото М. Озерского

«астрономической» точностью. Форма поверхности не может отклоняться от заданной более чем на 0,07 микрона, т. е. на семь сотых тысяч долей миллиметра. Любители собирают и более сложные, двухзеркальные телескопы (системы Кассегрена, Грегори). Однако изготовить сложный объектив рефрактора, состоящий из двух линз (каждая с двумя поверхностями различной, совершенно определенной кривизны), с соблюдением точной соосности их и при этом из различных, совершенно определенных сортов стекла, любитель в домашних условиях не может.

Стекло для зеркала телескопа-рефлектора должно быть хорошо отожжено, чтобы устранить вредные напряжения, которые могут исказить поверхности при изменениях температуры как во время обработки, так и в готовом виде. Здесь пригодно и толстое зеркальное стекло, и стекло от корабельных иллюминаторов.

Чтобы получить точную сферическую поверхность при изготовлении астрономических зеркал, кладут два одинаковых стеклянных диска горизонтально один на другой и двигают верхний диск вперед и назад, одновременно вращая равномерно диски один относительно другого. В результате трущиеся поверхности будут равномерно стираться во всех направле-

ниях. Для ускорения шлифовки используют кашку из абразивного порошка (например, наждака) и воды.

Неопытному человеку может показаться, что при такой обработке трущиеся поверхности дисков останутся плоскими. Но это не так. Верхний диск постепенно становится все более и более вогнутым, а нижний, наоборот выпуклым. Это объясняется тем, что в ходе шлифовки центральная часть верхнего диска, при сдвигании его в сторону, сильнее нажимает на края нижнего, и эти области срабатываются быстрее других. Здесь играет роль как вес самого диска, так и нажим рук работающего.

При правильных ритмичных движениях, соблюдении некоторой средней длины «штриха» и применении все более мелких абразивов обе поверхности дисков станут постепенно приближаться к точной сфере, так как в движении из всех криволинейных поверхностей только две сферы одинакового радиуса могут совмещаться всеми своими точками.

Нижний диск — шлифовальник — укрепляют неподвижно (прочный табурет; бочка, на дно которой насыпаны камни или другой груз). Шлифующий в процессе работы либо равномерно обходит вокруг шлифовальника, либо укрепляет его на вращающемся деревянном столике — станке, тогда можно работать даже сидя.

Когда достигнута нужная глубина сферического углубления и поверхность зеркала (верхний диск) достаточно тонко отшлифована, ее полируют до полного исчезновения матовости. Стекло становится зеркалом и может давать отчетливое изображение предметов. На окончательном этапе шлифовки применяются тончайшие порошки абразива (минутники), получаемые путем отмучивания абразива в воде в течение десятков минут и даже одного, двух или более часов (60-минутник, 120-минутник, 240-минутник).

При полировке на нижний диск, который теперь превращается в полировальник, наносят слой специальной смолы в подогретом состоянии. Чтобы достичь полного контакта во всех точках, полировальник также в подогретом состоянии «отформовывается» поверхностью тонко отшлифованного зеркала. Затем на полировальник наносят сеть канавок в виде решетки, чтобы полирующее вещество могло равномерно циркулировать. В остальном полировка проходит так же, как и шлифовка. При этом употребляют специальные порошки — крокус или полирит.

Когда зеркало полностью отполировано, поверхность его «фигуризируют», т. е. ему придает-

ся заданная форма. Это достигается, например, изменением характера штриха или корректированием формы полировальника.

Чтобы проверить, насколько поверхность зеркала отвечает требованиям, о которых мы говорили раньше, его не надо отправлять в специальную лабораторию. Очень простой и высокочувствительный прибор для такого испытания можно сделать в домашних условиях. Это «теневого прибор», изобретенный около ста лет назад знаменитым французским физиком Фуко.

Прибор устроен так: точечный источник света — маленькое отверстие, позади которого расположен яркий фонарь (лампа), помещают в центре сферы, образующей поверхность зеркала. Зеркало слегка повернуто, чтобы изображение источника света расположилось вблизи, но несколько в стороне от него. Вершину конуса лучей, отраженных от зеркала, может пересекать прямолинейный вертикальный экран — «нож Фуко». Если мы расположимся позади изображения светящейся точки, то увидим, что все зеркало будет как бы залито ровным светом. Если поверхность зеркала точная сфера, то все отраженные от него лучи сойдутся в одной точке и при пересечении вершины конуса лучей «ножом Фуко» зеркало будет «гаснуть» равномерно. Если же лучи света, отраженные различными зонами зеркала, сходятся не в одной точке, то образуется более или менее сложная «теневая картина», которая и характеризует определенные отклонения от сферы.

Насколько метод Фуко чувствителен, можно судить по такому опыту. К испытываемому зеркалу приложим на 10—15 секунд палец, а затем исследуем зеркальную поверхность при помощи теневого прибора. На том месте, где был приложен палец, мы отчетливо увидим бугор, как бы освещенный сбоку. Постепенно уменьшаясь, бугор исчезает. Прибор показал ничтожнейшее расширение стекла от нагревания его пальцем!

Готовое отполированное зеркало отражает только около 5% падающего на него света. Поэтому его необходимо покрыть светоотражающим слоем. Этой цели служит серебрение или алюминирование. Лучше поверхность зеркала алюминировать, так как серебро быстро тускнеет и требует периодического возобновления. Алюминированное зеркало сохраняет свою отражательную способность в течение многих лет. В домашних условиях зеркало можно серебрить, но алюминировать нельзя.

В наиболее распространенной системе зеркального телескопа — системе Ньютона —

имеется еще одно небольшое плоское зеркало (круглое или эллиптическое), которое позволяет рассматривать изображение сбоку трубы. Оно расположено в передней части трубы под углом 45° к оптической оси зеркала. Плоскость и здесь должна быть в высшей степени точной, и изготовить вспомогательное зеркало, пожалуй, еще труднее, чем сферическое. При сравнительно небольших размерах главного зеркала плоское можно успешно заменить призмой (с полным внутренним отражением), продающейся в магазинах учебных пособий.

Для завершения работы над телескопом нужно построить устойчивую, удобную в работе и технически более или менее совершенную установку. Здесь все зависит от возможностей, которыми располагает любитель. В практике можно встретить всевозможные установки от самых простых (рис. 2), сделанных из дерева, до весьма совершенных, в которых все детали изготовлены на металлообрабатывающих станках. Примером может служить установка 325 мм рефлектора, безукоризненно выполненная ленинградским любителем инженером А. С. Фоминым (см. Бюллетень ВАГО № 29/36, 1961).

Интересная установка из подручных материалов — заводского утиля и металлолома построена А. А. Михеевым, астрономом-любителем из Ростова-на-Дону. А. А. Михеев объединил на одной установке три самодельных телескопа-рефлектора системы Ньютона с зер-

Рис. 2. Самодельный телескоп, построенный московским школьником Сереей Чувахиным. Диаметр зеркала 120 мм

Фото М. Озерского

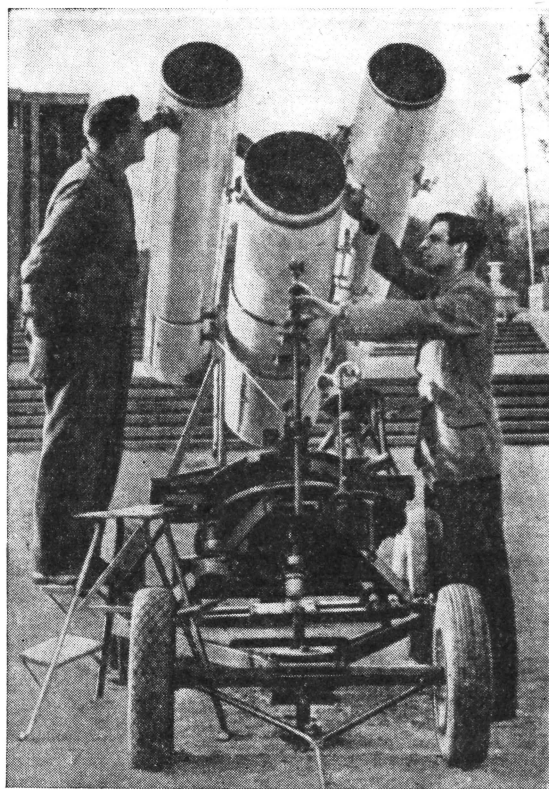


Рис. 3. А. А. Михеев (слева) у построенного им телескопа

Фото А. Михеева

калами диаметром 325, 200 и 150 мм (рис. 3). Эта установка, поставленная на колеса, в течение нескольких лет служила своеобразной передвижной народной обсерваторией. Сейчас А. А. Михеев строит для народной обсерватории здание с вращающимся куполом, диаметром более четырех метров.

Самодельный телескоп дает его обладателю возможность обогатить свои познания в области астрономии, принять участие в серьезной научной работе, содействовать распространению научных знаний и антирелигиозной пропаганде. Где бы ни появился астроном-любитель со своим телескопом, всегда его окружают люди, интересующиеся астрономией. Многие из них впервые смотрят в телескоп. Любители-астрономы принимают участие в строительстве стационарных народных обсерваторий.

Телескопы и обсерватории, созданные руками любителей, — это действенное оружие в борьбе за дальнейший рост культуры, нужный, интересный и полезный вид самостоятельного технического творчества.



КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

ПОНЯТНО О ТРУДНОМ

Б. А. ВОРОНЦОВ-ВЕЛЬЯМИНОВ,
профессор

Среди всех стран мира наиболее богатая научно-популярная литература в Советском Союзе. Ведь у нас наука служит трудящимся, и им предоставляются все большие возможности для овладения наукой. Но наука сейчас очень многогранна. Бывает, что некоторые ее уголки так и не освещаются в научно-популярной литературе. Обычно это случается, когда у работников данной узкой области знаний не создается еще традиций нести науку в массы. К числу неосвещенных уголков науки о Вселенной относится звездная динамика, хотя о строении звездных систем писали часто.

Указанный пробел заполнился небольшой, но чрезвычайно оригинальной и свежей книгой проф. К. Ф. Огородникова «Загадки космоса (строение звездного мира)». Она выпущена Воениздатом в 1963 г. и содержит 88 страниц. Главные достоинства ее — широкое использование новейших работ в области изучения звездных систем — галактик и общедоступное изложение понятий звездной динамики.

После обозрения структур нашей Галактики и других галактик с их разнообразными формами автор останавливается на «трех загадках космоса». К ним он относит время релаксации для звездного населения галактик, перемычки и другие придатки у взаимодействующих галактик и «красное смещение» в их спектрах.

С большим мастерством на простых и наглядных примерах проф. Огородников объясняет понятие «время релаксации» и загадку, состоящую в том, что, по подсчету, это время для галактики оказывается непомерно долгим. Проф. Огородников указывает, что трудности с выяснением этого вопроса отпадают, если допустить, что в галактиках, кроме звезд, имеются тысячи сгустков с массами в миллион солнечных масс у каждого. Эти сгустки невидимы, но могут обеспечить быстрое перемешивание звезд и сильно сократить вре-

мя релаксации. Автор обещает в последнем разделе описать эти невидимые тела, но о своем обещании, к сожалению, забывает и на стр. 55 говорит, что решение загадки релаксации — дело будущего.

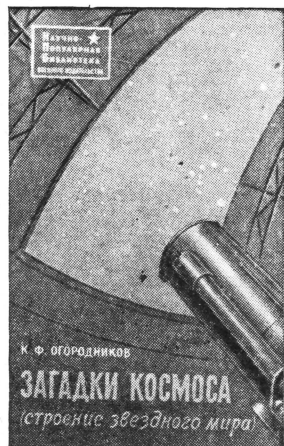
Далее, проф. Огородников описывает фигуры равновесия вращающихся жидких тел и находит их в природе в виде форм, принимаемых галактиками. Он довольно подробно описывает виды взаимодействующих галактик и «мосты», лучше сказать — перемычки между ними. (Заметим, что под рис. 20 и в тексте галактика NGC 4486 ошибочно нумеруется как 4481). В интересной трактовке этих явлений автор высказывает ряд новых и оригинальных мыслей. Он разделил, в частности, точку зрения рецензента на то, что спиральные ветви галактик происходят не за счет истечения из ядра. Это, однако, стоит, как будто, в противоречии с его дальнейшими высказываниями в пользу того, что за счет выбросов из ядра возникают новые галактики. Неясно также, как последнее связано с новой гипотезой проф. Огородникова о возникновении галактик за счет распада «жгутов» какого-то вещества.

Непонятно также, почему автор считает удалением друг от друга случай различия лучевых скоростей двух галактик (различия порядка 200 км). Ведь это может быть попросту следствием их орбитального движения, что и использовано Пейджем для определения масс галактик. Сомнительно также, можно ли называть отталкиванием, как делает автор, выброс вещества при взрыве. Отталкивание производится ведь не мгновенным импульсом, а постоянно действующей силой.

Описывая загадку красного смещения, проф. Огородников дает марксистскую критику идеалистических теорий «стационарной Вселенной» Бонди и возникновения Вселенной из единого сверхатома.

В конце книги перепечатана с сокращениями газетная статья И. С. Шкловского — «Сюрпризы Вселенной — сверхзвезды», освещающая первые данные об этих поразительных открытиях.

Работа проф. Огородникова, написанная увлекательно и живо, в простой форме разъясняет некоторые сложные понятия современной науки и рисует грандиозную картину материалистического развития во Вселенной. Она интересна не только каждому любителю природы, но и астроному-профессионалу, не работающему в области изучения галактик.



Книги 1965 года

АСТРОНОМИЯ И КОСМОНАВТИКА

Г. А. Аристов. Рождение планет. «Наука», 20 п. л., Автор рассматриваются различные гипотезы о происхождении Земли и других планет.

С. А. Каплан. Элементарная радиоастрономия. «Наука». 13 п. л. В книге на современном научном уровне, но достаточно популярно рассказывается о методах и достижениях радиоастрономии, начиная от радиолокации ближайших планет и кончая вопросами связи с внеземными цивилизациями.

Дж. Нарлайкар, Дж. Гринстейн. Сверхзвезды. Перевод с английского. «Мир». 3 п. л. Авторы в популярной форме рассказывают об истории открытия сверхзвезд, их свойствах, возможном источнике их энергии, гравитационном коллапсе и др.

М. Овенден. Жизнь во Вселенной. Перевод с английского. «Мир». 10 п. л. В увлекательной форме дается ответ на ряд вопросов: Есть ли жизнь вне Земли? Чем внеземная жизнь может отличаться от земной? Существует ли жизнь на Марсе? и др.

ГЕОФИЗИКА

В издательстве «Наука» готовятся к печати в серии трудов «Результаты исследований по международным геофизическим проектам», публикуемой Советским геофизическим комитетом при Президиуме АН СССР, следующие книги:

Б. Л. Кашеев, В. И. Цесевич. Исследование циркуляции атмосферы в метеорной зоне.

Океанологические исследования, № 13. Сборник статей. Доклады по всем разделам океанологии на I Всесоюзной конференции по итогам МГГ.

Геомагнитные исследования, № 6. Сборник статей. Содержит работы по коротко-периодическим колебаниям магнитного поля Земли.

Ионосферные исследования, № 13. Сборник статей. В книге доклады, представленные на симпозиуме в Ашхабаде.

Колебания широт и движение полюсов Земли, № 3. Сборник статей. Отв. редактор Е. П. Федоров.

А. Х. Хргиан, Г. И. Кузнецов, А. В. Кондратьева. Исследования атмосферного озона.

Б. А. Багаряцкий, Я. Ф. Фельдштейн. Особенности авроральных радиоотражений и их связь с постоянным магнитным полем и ионосферными токами.

П. В. Вакулов, Е. В. Голубяков, Ю. И. Логачев. Радиационные пояса Земли.

Полярные сияния. Сборник статей № 11. Отв. редактор В. И. Красовский.

Космические лучи. Сборник статей № 6. Отв. редакторы С. Н. Вернов, Л. И. Дорман. В книгу включены работы по вариациям космических лучей.

Г. Д. Асланова, Р. Ф. Затрутина, Р. Г. Озолина, В. А. Соколова. Библиогра-

Е. А. Гребенников, В. Г. Демин. Межпланетные полеты. «Наука». 13 п. л. В книге рассматривается ряд проблем, связанных с межпланетными полетами, а также особенности полетов к более далеким телам солнечной системы.

Р. Г. Базурин. Проникновение в космос и развитие науки. «Знание». 3 п. л. В брошюре рассказывается о том, как космические исследования обогащают новыми фактами и теориями естественные науки и, прежде всего, физику.

Д. Я. Мартынов. Курс общей астрофизики. «Наука». 30 п. л. Учебник написан для университетов. Охватывает результаты астрофизических исследований Солнца, звезд и звездных систем, туманностей, межзвездной среды, планет, комет, метеорных тел и межпланетной среды.

Е. П. Левитан. Методика преподавания астрономии в школе. «Просвещение». 12 п. л. Учебное пособие для учителей астрономии, студентов педагогических институтов. Автор излагает общие вопросы астрономии и дает подробный анализ школьного курса астрономии.

Физический указатель литературы «Международный геофизический год» за 1962 г.

Сейсмические исследования. Сборник статей № 6. Отв. редакторы Н. В. Шебалин, Т. А. Проскурякова.

Метеорологические исследования. Сборник статей № 9. Отв. редактор Х. П. Погосян. Публикуются доклады на Всесоюзной конференции по итогам МГГ.

Е. А. Романкевич, П. Л. Безруков, В. И. Баранов, Л. А. Христианова. Стратиграфия и абсолютный возраст глубоководных осадков западной части Тихого океана.

А. В. Нудельман. Советские экспедиции в Антарктику 1961—1963 гг.

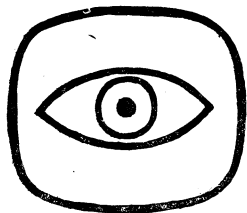
В. И. Бардин. Горы центральной части Земли Королевы Мод (Антарктида).

Х. П. Погосян. Сезонные и внутрисезонные изменения температуры, геопотенциала и атмосферной циркуляции в стратосфере.

Геофизический бюллетень № 15. Отв. редактор А. Х. Хргиан. Материалы Международного года спокойного Солнца, статьи по гляциологии, океанологии, изучению атмосферного электричества и озона, исследованию комет и другим разделам планетарной геофизики.

К. И. Кашин. Высоты волн в северной Атлантике.

Солнечная активность. Сборник статей № 2. Отв. редакторы Э. И. Могилевский, Э. Р. Мустель, М. А. Лившиц.



УДИВИТЕЛЬНОЕ РАДОМ

«РАЗГАДКА» СИЛ ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ

Л. М. ОЗЕРНОЙ,
аспирант

Случалось ли Вам, читатель, нарушать закон всемирного тяготения? Или хотя бы присутствовать, когда это делают другие?

Недавно стало известно, что человечество в своей текущей деятельности сплошь и рядом нарушает этот глобальный закон. А многие, как выяснилось, ухитряются это делать и не покидая своих жилищ, так сказать, «на дому». Об этом ошеломляющем факте поведал В. Н. Ланге в книге «Физические парадоксы, софизмы», изданной недавно Учпедгизом. В разделе с интригующим названием «Загадка сил всемирного тяготения» автор, напомнив, что по закону Ньютона сила тяготения между двумя телами обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними, предлагает вопрос: почему нам удается встать со стула, несмотря на то, что расстояние между нами и сиденьем равно нулю и сила притяжения к стулу бесконечно велика?

Если читатель, взбудораженный превосходством своих сил над могуществом природы, заглянет в ответ к задаче, он прочтет следующее успокоительное разъяснение:

«Во-первых, закон всемирного тяготения, записанный в форме $F = \gamma \frac{m_1 m_2}{R^2}$, относится только к точечным телам или эллипсоидам и шарам».

Ну, а как быть тем гражданам, чьи формы приближаются к «эллипсоидам и шарам»? Быть может, им приходится с мученическими усилиями отдираться от стула, вспоминая слова поэта:

«Пелена в глазах и муть,
Давят мегатонны.
Нет, не просто обмануть
Старика Ньютона?»..

К счастью, это не так. Поднять круглый камень с земли тоже не безнадежная затея. Но почему? Автор продолжает объяснение:

«Во-вторых, если тела соприкасаются, это вовсе не означает, что равна нулю величина R , фигурирующая в формуле закона всемирного тяготения».

Не будем особенно придирчивы к этому решению, хотя оно и содержит ряд неточностей¹. Обратим внимание на другое. Приведа, в общем, правильное объяснение софизма, В. Н. Ланге считает, что оно не исчерпывает всей глубины проблемы. Он прямо пишет:

«Однако главное состоит, пожалуй, в том, что законы физики имеют определенные границы применимости... закон всемирного тяготения перестает быть справедливым как при очень малых, так и при очень больших расстояниях между взаимодействующими телами. Он верен лишь при $R > 1$ см...»

Думается, что, прочитав эту цитату, каждый читатель, поборов силы тяготения, привстанет от удивления со стула.

В самом деле, почему именно один сантиметр? А может быть, метр, километр или миллиметр?

Не будем давать воли фантазии. Конечно, никакого нарушения закона Ньютона на малых расстояниях нет. Просто в земных условиях, кроме притяжения тел самой нашей планетой, тяготение не играет особой роли, так как силы взаимного притяжения между телами очень малы по сравнению с другими силами взаимодействия: молекулярными, электрическими, магнитными и т. д.

Зато в космических масштабах сила тяготения оказывается почти всегда доминирующей.

Впрочем, иногда встречаются утверждения о каком-то нарушении законов тяготения на больших расстояниях. Например, В. Н. Ланге, придя к заключению, что встать со стула можно, главным образом, благодаря нарушению закона всемирного тяготения, констатирует, что этот закон «...верен лишь при $1 \text{ см} < R < 5 \cdot 10^{24} \text{ см}$. Установлено, что небесные тела, разделенные расстоянием больше $5 \cdot 10^{24} \text{ см}$, как бы «не замечают» друг друга».

Высказывания о нарушении законов тяготения, начиная с расстояний порядка $5 \cdot 10^{24} \text{ см}$, в действительности лишь зыбкие предположения. Они возникли потому, что галактики, разделенные таким расстоя-

¹ В действительности закон тяготения Ньютона в написанной выше форме применим к любым телам, но при условии: $R \gg D$, где R — расстояние между их центрами тяжести, а D — собственные размеры тел. (Единственное исключение составляют тела шарообразной формы со сферически-симметричным распределением вещества, к которым эта формула применима и при R , сравнимом с D .) Если требование $R \gg D$ не выполнено, что как раз и имеет место в данном случае, силу притяжения надо рассчитывать по другой ньютоновской формуле, учитывающей распределение плотности в телах, их форму, и тогда никаких бесконечностей не возникает.

нием, иногда обнаруживают некоторые особенности в своих формах, которые трудно объяснить действием лишь одних только сил тяготения.

Особые, иногда довольно причудливые формы галактик свидетельствуют о наличии, помимо сил тяготения, и других сил. Например, к выводу о важной роли магнитных сил в структуре самых разнообразных типов галактик пришел недавно советский астрофизик Б. А. Воронцов-Вельяминов.

Значит, нет оснований для отказа от закона Ньютона, для сурового приговора силам тяготения. Напротив, чем к большим масштабам мы переходим, тем бо-

лее необходимо с ними считаться. Астрономам хорошо известно, что существуют скопления и даже сверхскопления галактик с размером до 10^{26} см, и тем не менее связанные могучими силами взаимного тяготения. Наконец, поведение всей Метагалактики при ее чудовищно больших размерах порядка 10^{28} см успешно объясняется в рамках релятивистской космологии, основанной на законах тяготения.

Что же касается «криминального» расстояния $5 \cdot 10^{24}$ см, то можно не сомневаться, что старый, но не устаревший, закон Ньютона сможет объяснить, вместе с другими законами природы, еще многие пока неясные явления удивительного мира галактик.



(К стр. 81)

Вокруг Луны существует так называемая сфера притяжения, т. е. область, в которой притяжение Луны способно существенно влиять на полет ракеты. Радиус сферы составляет около 65 000 км.

Расчеты показывают, что ракета, вошедшая в сферу действия Луны, либо падает на лунную поверхность, либо уходит прочь, но ни в коем случае не может сделаться лунным спутником. Чтобы ракета стала спутником, необходим двигатель, который в нужный момент изменил бы направление и скорость движения ракеты.

Оказалось также, что в сфере действия Луны существуют своеобразные «запретные зоны», через которые ракета не может пройти ни при каких начальных условиях полета. В частности, выяснилось, что

ракета не может войти в сферу действия, догоняя Луну в ее движении по орбите.

Отрицательное решение получила задача о создании периодического спутника Земли и Луны, который двигался бы по орбите, проходящей вблизи их поверхностей, без расхода топлива и приносил бы постоянную научную информацию о Луне. Оказалось, что все возможные траектории подобных спутников, проходящие достаточно близко от лунной поверхности, отстоят не менее чем на 95 000 км от поверхности Земли.

Космическая ракета не может стать спутником Луны и в то же время может стать спутником Солнца. Строго говоря, его спутником ракета делается еще до своего старта, ибо она уже и тогда вместе с Землей обращается вокруг Солнца.

Научно-популярный журнал

«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»

Орган секции физико-технических и математических наук
Президиума Академии наук СССР
и Всесоюзного астрономо-геодезического общества

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор доктор физ.-мат. наук Д. Я. МАРТЫНОВ

Зам. гл. редактора доктор физ.-мат. наук И. А. ХВОСТИКОВ

Ответственный секретарь Е. П. ЛЕВИТАН

Кандидат физ.-мат. наук В. А. БРОНШТЭН, доктор техн. наук А. А. ИЗOTOB, кандидат физ.-мат. наук И. К. КОВАЛЬ, кандидат физ.-мат. наук М. Г. КРОШКИН, доктор физ.-мат. наук Р. В. КУНИЦКИЙ, доктор физ.-мат. наук Б. Ю. ЛЕВИН, кандидат физ.-мат. наук Г. А. ЛЕЙКИН, академик А. А. МИХАЙЛОВ, доктор физ.-мат. наук К. Ф. ОГОРОДНИКОВ, доктор геол.-мин. наук В. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. В. РАДЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, кандидат техн. наук К. П. ФЕОКТИСТОВ, академик В. Г. ФЕСЕНКОВ

Художественное оформление: А. А. Куценко и Е. Н. Реброва

Технический редактор Т. А. Михайлова

Адрес редакции: Москва, В-333, Ленинский пр., 61 Тел. АВ 7-78-14,

Т-01858.

Формат бумаги 84×108¹/₁₆

Подписано к печати 1/II 1965 г.

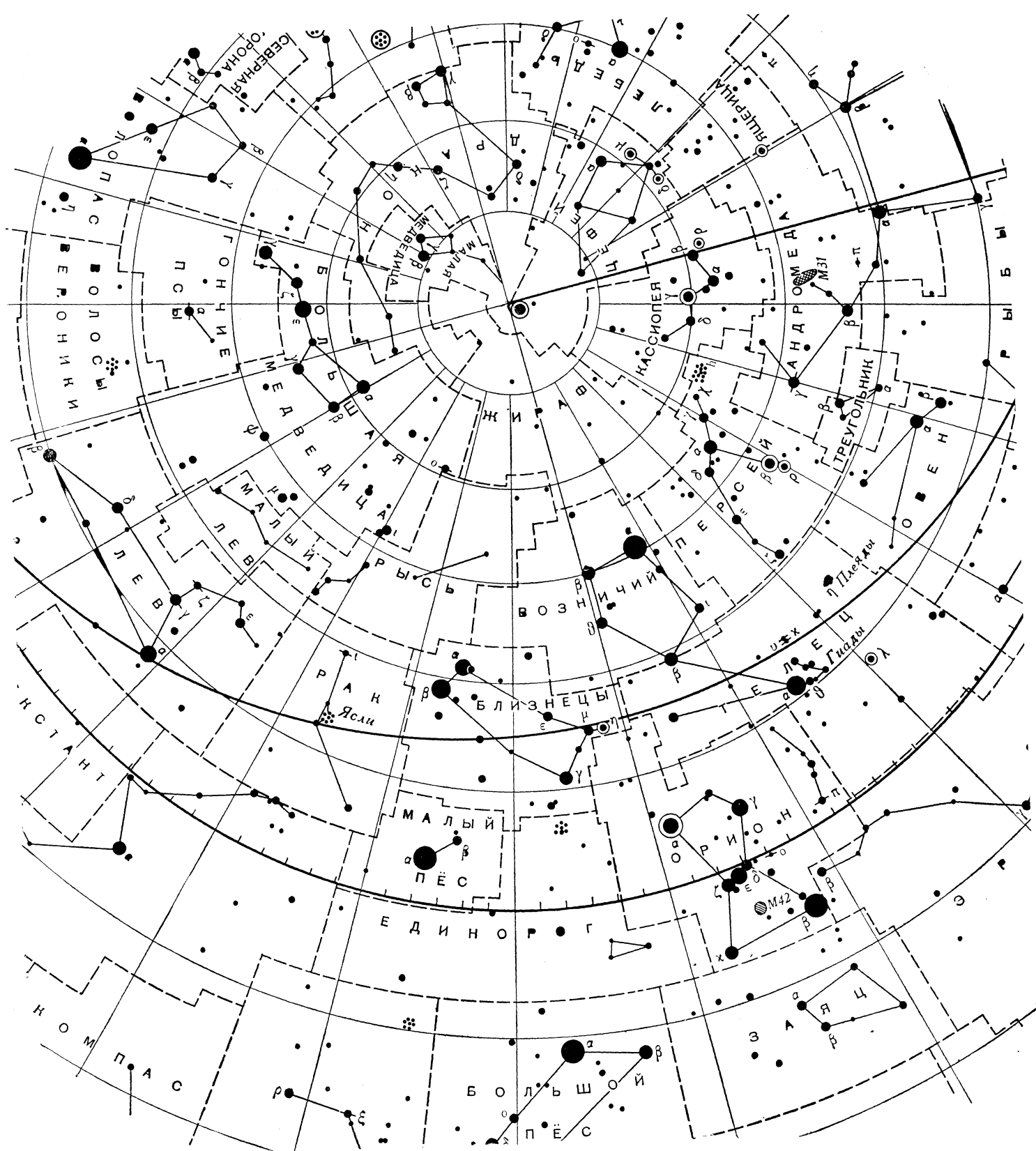
Заказ № 1531.

Бум. л. 3

Печ. л. 10,8.

Тираж 20000
Уч.-изд. л. 10,1

2-я типография издательства «Наука», Москва, Г-99, Шубинский пер., 10



ФЕВРАЛЬ 1963 г.

Видимость планет

Марс — виден всю ночь в созвездии Девы.
 Юпитер — вечерняя видимость в созвездии Овна.
 Уран — доступен наблюдению в бинокль и телескоп всю ночь в созвездии Льва.



Цена 30 коп.

Индекс
70336



ИЗДАТЕЛЬСТВО
«НАУКА»